

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 II

Relazione di calcolo Pile - Carreggiata SX

Codice Unico Progetto (CUP) : F91B09000070001

Codice Elaborato:

PA12_09 - E 1 5 0 V I 2 0 7 V I 0 7 C C L 0 0 4 C -

Scala:

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	AUTORIZZATO
F						
E						
D						
C	Ottobre 2011	Rif. Istruttoria prot. CDG-0141142-P del 19/10/11	T. FASOLO	F. NIGRELLI	M. LITI	P. PAGLINI
B	Luglio 2011	Revisione a seguito di incontri con il Committente	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 Possati
Ordine degli Ingegneri
Provincia di Roma n. 20809

Il Geologo:



Il Coordinatore per la sicurezza
in fase di progetto:



Il Direttore dei lavori:



CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 1 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

INDICE

1	GENERALITÀ	3
1.1	INTRODUZIONE	3
1.2	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL VIADOTTO	3
1.3	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	6
1.3.1	<i>Condizioni ambientali e classi di esposizione</i>	6
1.3.2	<i>Calcestruzzo</i>	6
1.3.3	<i>Acciaio per c.a. in barre ad aderenza migliorata</i>	8
1.4	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	8
2	ANALISI GLOBALE DEL VIADOTTO	9
2.1	DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO	9
2.1.1	<i>Calcolo della rigidezza effettiva delle pile</i>	10
2.2	ANALISI DEI CARICHI	10
2.2.1	<i>Peso Proprio (g1)</i>	10
2.2.2	<i>Permanenti portati su impalcato (g2)</i>	11
2.2.3	<i>Effetti del ritiro (ϵ_2)</i>	11
2.2.4	<i>Effetti della temperatura (ϵ_3)</i>	11
2.2.5	<i>Carichi mobili (q1)</i>	12
2.2.6	<i>Incremento dinamico dei carichi mobili (q2)</i>	13
2.2.7	<i>Azione di frenatura/accelerazione (q3)</i>	13
2.2.8	<i>Forza centrifuga (Q4)</i>	13
2.2.9	<i>Azione di neve, vento (q5)</i>	13
2.2.10	<i>Azione sismica (q6)</i>	14
2.2.11	<i>Resistenza parassita dei vincoli (q7)</i>	17
2.3	RIPOSTA SISMICA DEL VIADOTTO	18
3	SOLLECITAZIONI	19
3.1	SOLLECITAZIONI NELLE CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI	19
3.1.1	<i>Sollecitazioni nella sezione di base delle pile</i>	19
3.1.2	<i>Sollecitazioni nella sezione di testa del pulvino</i>	20
3.1.3	<i>Sollecitazioni della sottostruttura rispetto al baricentro della palificata</i>	21
3.2	COMBINAZIONI DI CARICO	23
3.3	SOLLECITAZIONI NELLE COMBINAZIONI DI CARICO	24
3.3.1	<i>Sollecitazioni nella sezione di base delle pile</i>	24
3.3.2	<i>Sollecitazioni nella sezione di testa del pulvino</i>	25
3.3.3	<i>Sollecitazioni sulla palificata</i>	28
4	VERIFICA DEL FUSTO DELLE PILE	42
4.1	S.L.U. – RESISTENZA: PRESSO-FLESSIONE	42
4.2	S.L.U. – RESISTENZA: TAGLIO	48
4.3	S.L.E. – FESSURAZIONE	51
4.4	S.L.E. – LIMITAZIONE DELLE TENSIONI	52
5	EFFETTI DEL SECONDO ORDINE	55
5.1	METODO DELLA CURVATURA NOMINALE	55
5.1.1	<i>Valutazione della snellezza</i>	55
5.1.2	<i>Viscosità</i>	56
5.1.3	<i>Momenti flettenti</i>	56
5.1.4	<i>Curvatura</i>	57
5.1.5	<i>Flessione deviata</i>	57
5.2	VERIFICA ALL'INSTABILITÀ	59
5.2.1	<i>Momenti di calcolo al secondo ordine</i>	59
5.2.2	<i>Verifica di resistenza per l'instabilità</i>	65

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 2 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

6	VERIFICA DEL PULVINO	71
6.1	VERIFICA BAGGIOLI	73
7	VERIFICA DEI PALI DI FONDAZIONE	75
7.1	VERIFICHE STRUTTURALI	75
7.1.1	S.L.U. – Resistenza: presso-flessione	76
7.1.2	S.L.U. – Resistenza: taglio.....	77
7.1.3	S.L.E. – Fessurazione.....	79
7.1.4	S.L.E. – Limitazione delle tensioni.....	80
7.2	VERIFICHE GEOTECNICHE DEI PALI.....	82
7.2.1	S.L.U. – Verifica a carico limite verticale	82
7.2.2	S.L.U. – Verifica a carico limite orizzontale	85
7.2.2.1	Criteri di calcolo del carico limite orizzontale.....	85
7.2.2.2	Criteri di verifica.....	85
7.2.2.3	Risultati carreggiata sinistra.....	86
8	DISPOSITIVI ANTISISMICI	86
9	ANALISI DEI PLINTI DI FONDAZIONE	89
9.1	PLINTO P01 – TIPO E SU 5 PALI	90
9.1.1	Analisi dei carichi e combinazioni di carico.....	91
9.1.2	Sollecitazioni	98
9.1.3	Verifica della sezione del plinto	101
9.1.3.1	S.L.U. – Resistenza: presso-flessione	101
9.1.3.2	S.L.U. – Resistenza: taglio.....	101
9.1.3.3	S.L.E. – Fessurazione	103
9.1.3.4	S.L.E. – Limitazione delle tensioni.....	107
9.2	PLINTO P02 – TIPO C SU 8 PALI	111
9.2.1	Analisi dei carichi e combinazioni di carico.....	112
9.2.2	Sollecitazioni	123
9.2.3	Verifica della sezione del plinto	126
9.2.3.1	S.L.U. – Resistenza: presso-flessione	126
9.2.3.2	S.L.U. – Resistenza: taglio.....	126
9.2.3.3	S.L.E. – Fessurazione	128
9.2.3.4	S.L.E. – Limitazione delle tensioni.....	132
9.3	PLINTO P03 – TIPO A SU 12 PALI.....	136
9.3.1	Analisi dei carichi e combinazioni di carico.....	137
9.3.2	Sollecitazioni	154
9.3.3	Verifica della sezione del plinto	156
9.3.3.1	S.L.U. – Resistenza: presso-flessione	156
9.3.3.2	S.L.U. – Resistenza: taglio.....	156
9.3.3.3	S.L.E. – Fessurazione	158
9.3.3.4	S.L.E. – Limitazione delle tensioni.....	163

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 3 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

1 GENERALITÀ

1.1 INTRODUZIONE

Nella presente relazione si riportano le verifiche di sicurezza delle pile della carreggiata sinistra del viadotto Busita II, 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 curvilineo, con raggio di curvatura minimo pari a 1575 m. La carreggiata di destra è composta da 4 campate, mentre quella di sinistra da 3, con campata maggiore di luce pari a 88.0 m.

campate carr. SX	L [m]
1	30.0
2	46.0
3	61.0
4	88.0
5	61.0

campate carr. DX	L [m]
1	44.0
2	61.0
3	88.0
4	61.0

L'impalcato di ciascuna carreggiata è realizzato in acciaio-clt 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, disposte ad interasse trasversale pari a 5.75 m ed aventi altezza variabile da un minimo di 2.20 m (nell'intero sviluppo delle prime due campate della carreggiata sinistra ed in quello della prima campata della carreggiata destra) ad un massimo di 4.20 m (in corrispondenza delle pile 3 e 4 della carreggiata sinistra e delle pile 2 e 3 della carreggiata destra); lo sviluppo longitudinale è suddiviso in conci collegati mediante giunzioni saldate a completo ripristino.

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.

La soletta in calcestruzzo presenta larghezza complessiva di 12.75 m, e spessore variabile, pari a 370 mm in asse travi e 245 mm in asse impalcato. Il getto delle solette sarà effettuato mediante casseri autoportanti. La connessione soletta - travi è realizzata mediante pioli elettrosaldati tipo Nelson Ø22 mm.

Il piano viabile è di 10.50 m di larghezza, con due marciapiedi laterali, di larghezza pari a 1.50 m.e 0.75 m.

La figura seguente riporta la sezione trasversale dell'impalcato in sezione corrente.

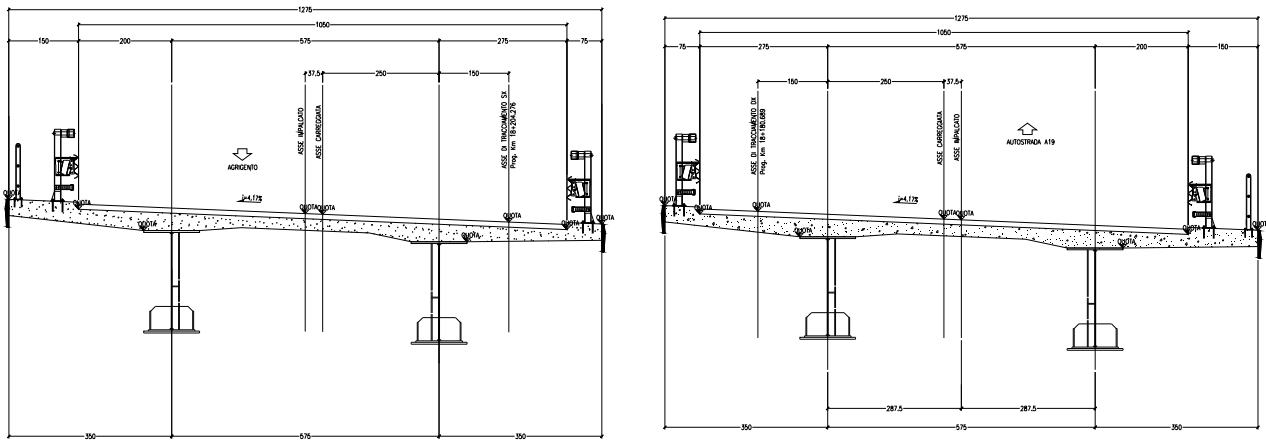


Figura 1: Sezione impalcato

Le pile sono realizzate in c.a. Esse presentano una sagoma cruciforme e sono costituite da un fusto a sezione piena costante, iscritta in un rettangolo di dimensioni 4.00 m × 3.00 m, e da un pulvino a sezione variabile che si allarga seguendo una curva circolare fino a raggiungere una larghezza tale da poter accogliere le due travi dell'impalcato.

carreggiata SX	
pila	H [m]
P01	14.26
P02	25.06
P03	34.66
P04	27.46

carreggiata DX	
pila	H [m]
P01	19.06
P02	31.06
P03	29.86

Tutte le pile di entrambe le carreggiate del viadotto sono fondate su pali trivellati di grande diametro (D=1500mm). In particolare le palificate della carreggiata sinistra è così composta:

Carreggiata SX	Diametro palo	n° Pali	Lunghezza palo
Pila 1	1500	5	34.00
Pila 2	1500	8	30.00
Pila 3	1500	12	35.00
Pila 4	1500	9	36.00

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, compresi effetti lenti quali variazioni termiche, fluage, ritiro.

Per le caratteristiche di tali dispositivi si rimanda al paragrafo relativo alla descrizione del modello di calcolo impiegato per l'analisi statiche e sismiche delle sollecitazioni nelle sottostrutture.

Nelle seguenti figure si illustra la geometria delle pile attraverso la pianta spiccato (differente a seconda della tipologia di palificata), un prospetto laterale ed una sezione trasversale.

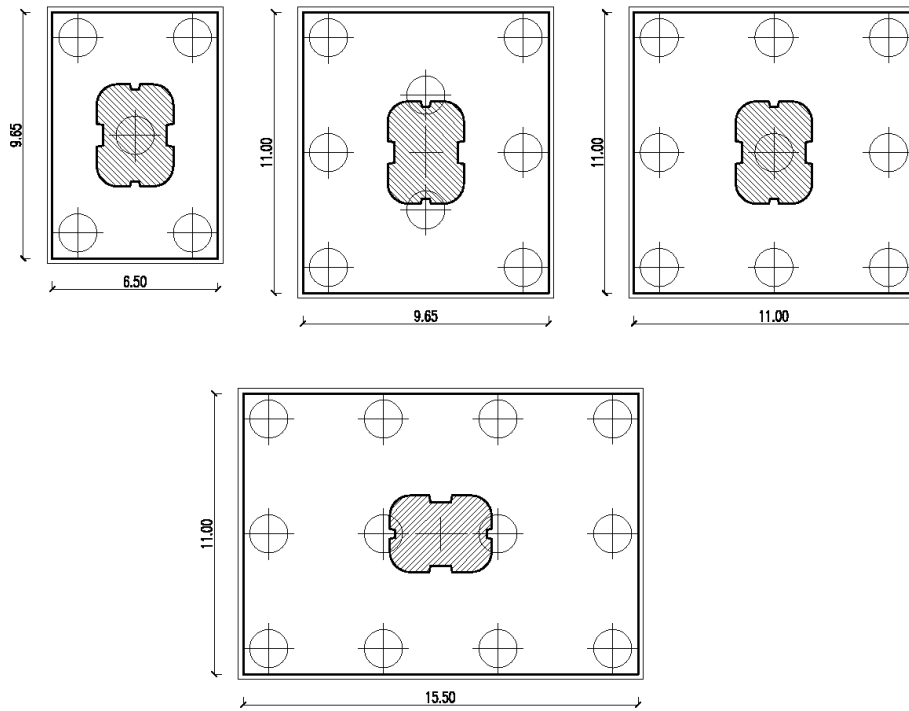


Figura 2: Tipologia zattere di fondazione carreggiata SX.

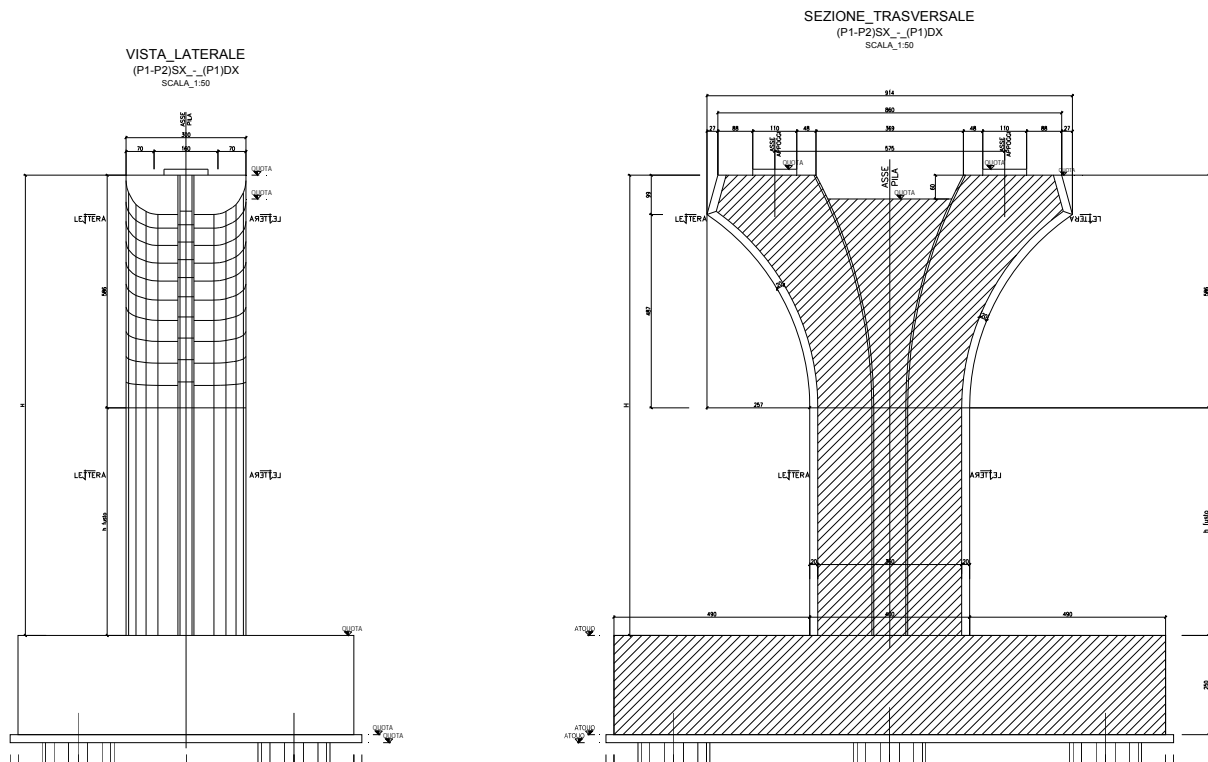


Figura 3: Sezione Fusto Pila.

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 6 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

1.3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

1.3.1 Condizioni ambientali e classi di esposizione

Per l'umidità ambientale si assume $RH = 70\%$. Per quanto riguarda le classi di esposizione, si prevede l'alternarsi di cicli di gelo/disgelo, in presenza di agenti disgelanti, per cui, si applicheranno le seguenti classi di esposizione:

- pali: XC2;
- zattere pile: XA1;
- elevazione pile e pulvini: XF2;
- baggioli: XF4;
- soletta impalcato, cordoli e marciapiedi: XD2.

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.

1.3.2 Calcestruzzo

PALI C25/30

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

Classe di consistenza S3-S4.

Rapporto A/C = 0,6

ZATTERE PILE, ELEVAZIONE PILE E PULVINI C28/35

R_{ck}	=	35 MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	29.05 MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f_{ckj}	=	24.11 MPa	resistenza caratteristica cilindrica a j giorni
f_{cm}	=	37.05 MPa	resistenza cilindrica media
f_{ctm}	=	2.83 MPa	resistenza media a trazione semplice
f_{ctk}	=	3.69 MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice
f_{cfm}	=	3.40 MPa	resistenza media a trazione per flessione
E_{cm}	=	32588 MPa	modulo elastico istantaneo
γ_c	=	1.50	coefficiente parziale di sicurezza

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 7 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

α_{cc}	=	0.85	coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
f_{cd}	=	16.46 MPa	resistenza di calcolo a compressione
f_{ctd}	=	2.46 MPa	resistenza di calcolo a trazione

Classe di consistenza S3-S4.

Rapporto A/C = 0,6

BAGGIOLI C35/45

R_{ck}	=	45 MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	37.35 MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f_{ckj}	=	31.00 MPa	resistenza caratteristica cilindrica a j giorni
f_{cm}	=	45.35 MPa	resistenza cilindrica media
f_{ctm}	=	3.35 MPa	resistenza media a trazione semplice
f_{ctk}	=	4.36 MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice
f_{cfm}	=	4.02 MPa	resistenza media a trazione per flessione
E_{cm}	=	34625 MPa	modulo elastico istantaneo
γ_c	=	1.50	coefficiente parziale di sicurezza
α_{cc}	=	0.85	coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
f_{cd}	=	21.17 MPa	resistenza di calcolo a compressione
f_{ctd}	=	2.91 MPa	resistenza di calcolo a trazione

Classe di consistenza S4.

Rapporto A/C = 0,6

SOLETTA IMPALCATO, CORDOLI E MARCIAPIEDI C32/40

R_{ck}	=	40 MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	33.20 MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f_{ckj}	=	27.56 MPa	resistenza caratteristica cilindrica a j giorni
f_{cm}	=	41.20 MPa	resistenza cilindrica media
f_{ctm}	=	3.10 MPa	resistenza media a trazione semplice
f_{ctk}	=	4.03 MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice
f_{cfm}	=	3.72 MPa	resistenza media a trazione per flessione
E_{cm}	=	33643 MPa	modulo elastico istantaneo
γ_c	=	1.50	coefficiente parziale di sicurezza
α_{cc}	=	0.85	coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
f_{cd}	=	18.81 MPa	resistenza di calcolo a compressione
f_{ctd}	=	2.69 MPa	resistenza di calcolo a trazione

Classe di consistenza S4.

Rapporto A/C = 0,6

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 8 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

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

B450C

$f_{y,nom}$	=	450 MPa	tensione nominale di snervamento
$f_{t,nom}$	=	540 MPa	tensione nominale di rottura
f_{yk}	\geq	$f_{y,nom}$	tensione caratteristica di snervamento
f_{tk}	\geq	$f_{t,nom}$	tensione caratteristica di rottura
E_s	=	200000 MPa	modulo elastico istantaneo
γ_c	=	1.15	coefficiente parziale di sicurezza
f_{yd}	=	391.3 MPa	tensione di snervamento di calcolo

1.4 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

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

- D.M. 14 gennaio 2008: Nuove norme tecniche per le costruzioni (indicate nel prosieguo "NTC");
- Circolare n.617 Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni"
- UNI EN 1990: Basi della progettazione strutturale
- UNI EN 1991-1-4: Azioni sulle strutture – Azione del vento
- UNI EN 1991-1-5: Azioni sulle strutture – Azioni termiche
- UNI EN 1991-2: Azioni sulle strutture – Carichi da traffico sui ponti
- UNI EN 1992-1-1: Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Regole generali e regole per gli edifici
- UNI EN 1992-2: Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Ponti di calcestruzzo
- UNI EN 1994-2: Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo – Ponti
- UNI EN 1998-2: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Ponti
- UNI EN 1090 - 2: Execution of steel structures and aluminium structures - part 2: technical requirements for steel structures

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 9 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

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 rigidità e delle masse della struttura reale. In questo capitolo, in particolare, si descrive il modello implementato per schematizzare la carreggiata sinistra del viadotto.

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. Per riprodurre il comportamento rigido nel piano trasversale, garantito dalla presenza della soletta, sono stati assegnati dei vincoli rigidi in corrispondenza dei nodi dei trasversi. 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 simili, 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 Structures, Inc.* Nelle seguenti figure sono riportate delle viste di tali modelli.

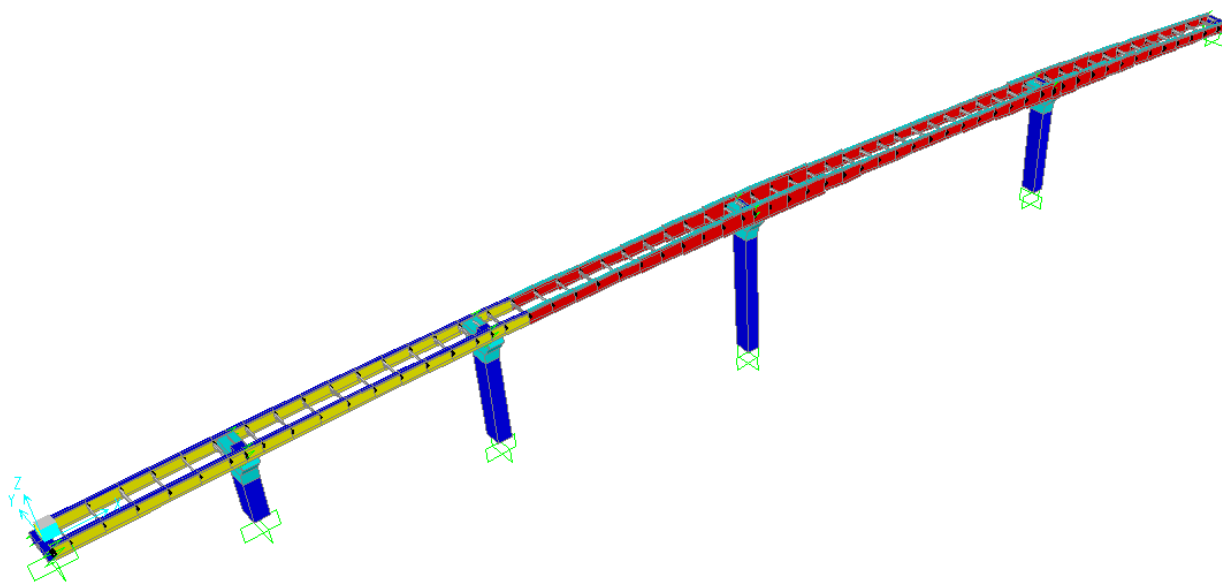


Figura 4: Modello agli elementi finiti della carreggiata Sinistra.

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 10 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

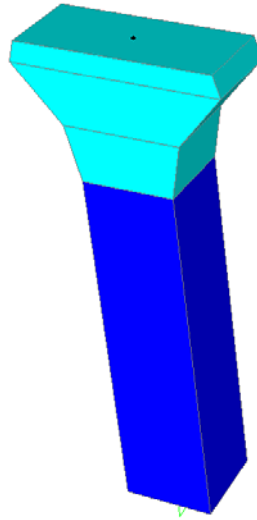


Figura 5: vista 3d del modello agli elementi finiti.

2.1.1 Calcolo della rigidezza effettiva delle pile

La rigidezza delle pile tiene in conto l'effettivo grado di fessurazione che queste raggiungono durante l'evento sismico. In luogo della rigidezza flessionale non-fessurata delle sezioni delle pile viene adottata una *rigidezza effettiva* valutata attraverso la seguente formula:

$$E_c \cdot J_{\text{eff}} = v \cdot M_{\text{Rd}} / \chi_y$$

dove:

M_{Rd} = momento resistente di progetto (relativo allo sforzo normale prodotto dai soli carichi permanenti)

χ_y = curvatura di snervamento (calcolata sui diagrammi M- χ)

v = fattore di correzione per la parte di pila non fessurata (~1.20).

2.2 ANALISI DEI CARICHI

2.2.1 Peso Proprio (g1)

Il peso proprio delle travi e dei trasversi ($g_{1.1a}$) viene fatto calcolare automaticamente dal codice di calcolo, mentre il peso degli irrigidimenti, dei pioli e della carpenteria minuta in generale ($g_{1.1a}$) è stato inserito come carico uniformemente distribuito sulle due travi, sulla base di un'incidenza assunta pari a 0.075 kPa.

$g_{1.1b}$	=	0.075 kPa	incidenza carpenteria minuta
B	=	12.75 m	larghezza impalcato
n	=	2	numero travi
$g_{1.1b}$	=	0.48 kN/m	peso carpenteria minuta su ciascuna trave

Il peso proprio della soletta è stato schematizzato come un carico uniformemente distribuito sulle due travi principali:

A	=	3.94 mq	area sezione trasversale soletta
γ	=	25 kN/m ³	peso specifico calcestruzzo
n	=	2	numero travi
g_{soletta}	=	49.25 kN/m	peso soletta su ciascuna trave (cordoli inclusi)

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 11 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

Il peso delle pile è valutato automaticamente dal codice di calcolo sulla base dell'effettiva geometria delle pile, assumendo un peso specifico del calcestruzzo pari a 25 kN/m³.

2.2.2 Permanenti portati su impalcato (g2)

I sovraccarichi permanenti consistono nei seguenti contributi:

	carico unitario [kPa]	larghezza [m]	carico lineare [kN/m]	
g _{2.1.sx}	2.50	4.88	12.19	pavimentazione lato trave sx
g _{2.1.dx}	2.50	5.63	14.06	pavimentazione lato trave dx
g _{2.3.sx}	-	-	1.00	guard-rail sx
g _{2.3.dx}	-	-	1.00	guard-rail dx
g _{2.4.sx}	-	-	0.50	barriera sx
g _{2.4.dx}	-	-	0.00	barriera dx
g _{2.5.sx}	-	-	1.00	veletta sx
g _{2.5.dx}	-	-	1.00	veletta dx
g ₂			30.75	permanente portato totale
g _{2.sx}			14.69	permanente portato su trave sx
g _{2.dx}			16.06	permanente portato su trave dx

2.2.3 Effetti del ritiro (ε₂)

Assumendo in questa fase una deformazione di ritiro pari allo 0.3‰, gli effetti del ritiro vengono schematizzati mediante deformazioni impresse (accorciamento e curvatura) derivanti da forze e coppie originate dalla deformazione di ritiro. Supponendo che il calcestruzzo si fessuri in prossimità degli appoggi per via del momento negativo, gli effetti del ritiro non vengono assegnati su tutta la trave, ma si escudono appunto tali zone; considerando poi la dipendenza di tale fenomeno dalla geometria della sezione, si assumono valori differenti per il tratto dell'impalcato con travi ad altezza costante (prima colonna della seguente tabella), e per il tratto con travi ad altezza variabile (dove per semplicità si è operata una media delle caratteristiche geometriche, considerando una sezione di altezza pari a 3.20 m).

ε _{sh}	=	0.00030	0.00030		deformazione da ritiro
E* _c	=	11214	11214	MPa	modulo elastico ridotto cls per fenomeni viscosi
σ _{sh}	=	3.36	3.36	MPa	trazione nel calcestruzzo
A _c	=	3.94	3.94	m ²	area conglomerato
N _{sh}	=	13255	13255	kN	trazione nella soletta
e	=	0.85	1.23	m	eccentricità rispetto a baric sezione composta
M _{sh}	=	11223	16331	kN*m	momento flettente
n	=	2	2		numero travi
N _{rt}	=	6628	6628	kN	compressione su ciascuna trave
M _{rt}	=	5612	8166	kN*m	momento flettente su ciascuna trave
A _{SAP}	=	0.40	0.51	m ²	area della sezione composta
J _{SAP}	=	0.22	0.47	m ⁴	momento di inerzia della sezione composta
ε _{rit}	=	-7.89E-05	-6.21E-05		
χ _{rit}	=	-1.21E-04	-8.36E-05		

2.2.4 Effetti della temperatura (ε₃)

Ai fini della valutazione degli effetti delle variazioni termiche sulle sottostrutture, in accordo con quanto previsto dalle norme EN 1991-1-5 sono stati assunti due gradienti termici tra soletta e travi metalliche pari a ΔT_{M1} = +15 °C/m (estradosso più caldo dell'intradosso) e ΔT_{M2} = -18 °C/m (estradosso più freddo dell'intradosso). Inoltre deve essere considerata anche la componente uniforme del carico termico, per i cui valori l'Eurocodice rimanda agli allegati nazionali, dai cui si desume: ΔT_{N1} = -26 °C e ΔT_{N2} = +34 °C.

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 12 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

Le componenti di temperatura uniformi e differenziali sono state considerate simultaneamente, adottando le 8 combinazioni proposte dalla suddetta normativa che scaturiscono dai 4 casi di carico elementari.

2.2.5 Carichi mobili (q1)

Si seguono le disposizioni contenute nel D.M. 2008, cap. 5.1.3.3.5, equivalenti a quelle contenute in EN 1991-2. Si fa riferimento a ponti di I categoria.

Nel caso in esame, la carreggiata, di lunghezza utile pari a 10.5 m, è in grado di ospitare 3 corsie di carico di larghezza convenzionale pari a 3.0 m. La parte rimanente ("remaining area") risulta pari a 1.50 m.

Corsia di carico n.1 costituita da:

- Schema di carico n.1: n. 4 carichi concentrati da 150 kN cadauno disposti ad interasse 2.00 m in direzione longitudinale al viadotto e 2.00 m in direzione trasversale;
- Carico uniformemente ripartito di intensità 9.0 kPa su una larghezza di 3.00 m.

Corsia di carico n. 2 costituita da:

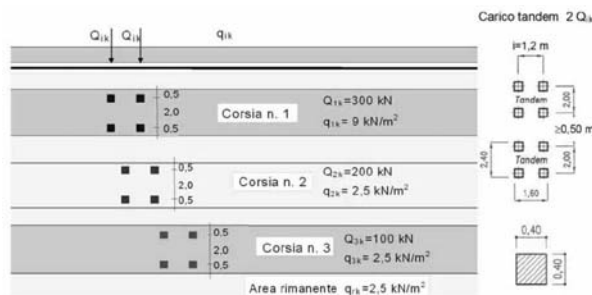
- Schema di carico n.1 ridotto: n. 4 carichi concentrati da 100 kN cadauno disposti ad interasse 2.00 m in direzione longitudinale al viadotto e 2.00 m in direzione trasversale;
- Carico uniformemente ripartito di intensità 2.5 kPa su una larghezza di 3.00 m.

Corsia di carico n. 3 costituita da:

- Schema di carico n.1 ridotto: n. 4 carichi concentrati da 50 kN cadauno disposti ad interasse 2.00 m in direzione longitudinale al viadotto e 2.00 m in direzione trasversale;
- Carico uniformemente ripartito di intensità 2.5 kPa su una larghezza di 3.00 m.

Corsia di carico n. 4 (Remaining area RA) costituita da:

- Carico uniformemente ripartito di intensità 2.5 kPa su una larghezza residua di impalcato pari a $(10.50-3.00 \times 3) = 1.50$ m.



Le stese dei carichi mobili prima definite sono state poste sull'impalcato nelle posizioni tali da produrre le sollecitazioni e le deformazioni più gravose, sia nelle membrature dell'impalcato sia nelle sottostrutture. La ricerca delle disposizioni sia longitudinali che trasversali dei carichi mobili più gravose è stata effettuata in maniera automatica dal codice di calcolo impiegato per l'analisi dell'impalcato. Infatti, il programma di calcolo SAP2000 esegue l'analisi delle sollecitazioni dovute ai carichi mobili partendo dalle linee d'influenza di ciascuna sezione e sommando soltanto i termini che contribuiscono a massimizzare il valore assoluto della sollecitazione stessa (rispettivamente per i valori massimi ed i valori minimi).

In tale maniera si ottempera a quanto previsto dalla Normativa che prevede che i carichi mobili siano disposti lungo l'asse della corsia nel modo più sfavorevole (disposizione a scacchiera).

In aggiunta allo schema di carico 1 deve essere considerato anche lo schema di carico 5, corrispondente alla presenza di folla compatta, ridotto del 50%: esso va modellato come un carico uniformemente ripartito di 2.5 kN/m² agente sui due marciapiedi di larghezza pari a 1.50 m. Lo schema di carico 5 deve inoltre essere considerato al 100% come alternativa allo schema 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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 13 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

2.2.6 Incremento dinamico dei carichi mobili (q2)

I carichi mobili prima descritti includono già gli effetti di amplificazione dinamica per pavimentazione di media rugosità.

2.2.7 Azione di frenatura/accelerazione (q3)

La forza di frenamento o di accelerazione è funzione del carico verticale totale agente sulla corsia convenzionale n. 1 ed è uguale a:

$$180 \text{ kN} \leq Q_3 = 0.6 \times (2 \times Q_{1k}) + 0.1 \times q_{1k} \times w_1 \times L \leq 900 \text{ kN}$$

w_1	=	3.00 m	larghezza corsie convenzionali
Q_{1k}	=	300 kN	singolo asse Q1k
q_{1k}	=	9 kPa	carico uniformemente distribuito
L	=	286 m	lunghezza del viadotto
Q_3	=	900 kN	forza di frenatura (accelerazione) sull'intero viadotto
q_{3l}	=	1.57 kN/m	azione di frenatura per unità di lunghezza su singola trave

2.2.8 Forza centrifuga (Q4)

Essendo il raggio di curvatura molto elevato tale azione risulta nulla.

R	=	1575 m	raggio della curva
Q_v	=	1200.00 kN	carico totale dovuto agli assi tandem
Q_4	=	0.00 kN	azione centrifuga
L	=	286 m	lunghezza tratto in curva
q_4	=	0.00 kN/m	azione centrifuga distribuita

2.2.9 Azione di neve, vento (q5)

Il carico neve viene trascurato in questa analisi in quanto la sua azione è significativa solamente in fase di esecuzione dell'opera; per quanto riguarda invece il vento, a partire da informazioni quali l'ubicazione geografica del sito di realizzazione dell'opera, la rugosità e la topografia del terreno, la categoria di esposizione del sito e l'altezza dal suolo, la normativa (NTC cap.3.3) permette di valutare l'azione del vento in termini di azioni statiche equivalenti (la pressione statica del vento può essere rappresentata in termini di sollecitazioni globali applicate poi alle travi come carichi distribuiti verticali ed orizzontali).

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 14 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

Vento su impalcato

zona	=	4	4	4		sicilia
$V_{b,0}$	=	28	28	28	m/s	
a_0	=	500	500	500	m	
k_a	=	0.02	0.02	0.02	1/s	
a_s	=	495	495	495	m	altitudine del sito
v_b	=	28	28	28	m/s	velocità di riferimento
ρ	=	1.25	1.25	1.25	kg/m ³	densità dell'aria
q_b	=	0.490	0.490	0.490	kN/m ²	pressione cinetica di riferimento
	=	D	D	D		classe di rugosità del terreno
C_t	=	1	1	1		coefficiente di topografia
	=	II	II	II		categoria di esposizione del sito
k_r	=	0.19	0.19	0.19		
Z_0	=	0.05	0.05	0.05	m	
Z_{min}	=	4.00	4.00	4.00	m	
Z	=	47.00	47.00	47.00	m	altezza sul suolo (massima)
C_e	=	3.42	3.42	3.42		coefficiente di esposizione
C_p	=	1	1	1		coefficiente di forma
C_d	=	1	1	1		coefficiente dinamico
p	=	1.68	1.68	1.68	kN/m ²	pressione del vento
H_{vc}	=	3.00	3.00	3.00	m	altezza veicolo convenzionale
H_{imp}	=	2.51	3.51	4.51	m	altezza impalcato
H_{vento}	=	5.51	6.51	7.51	m	altezza superficie di spinta
F_{vento}	=	9.24	10.91	12.59	kN/m	azione del vento su impalcato
Y_G	=	1.89	2.65	3.40	m	distanza da intradosso baricentro impalcato
e	=	0.87	0.60	0.35	m	eccentricità dell'azione del vento
M_{vento}	=	8.02	6.56	4.45	kNm/m	coppia torcente
d_b	=	5.75	5.75	5.75	m	interasse travi
q_{5v}	=	1.39	1.14	0.77	kN/m	azione verticale su travi di bordo
q_{5h}	=	4.62	5.46	6.30	kN/m	azione orizzontale su ciascuna trave

Vento su pile

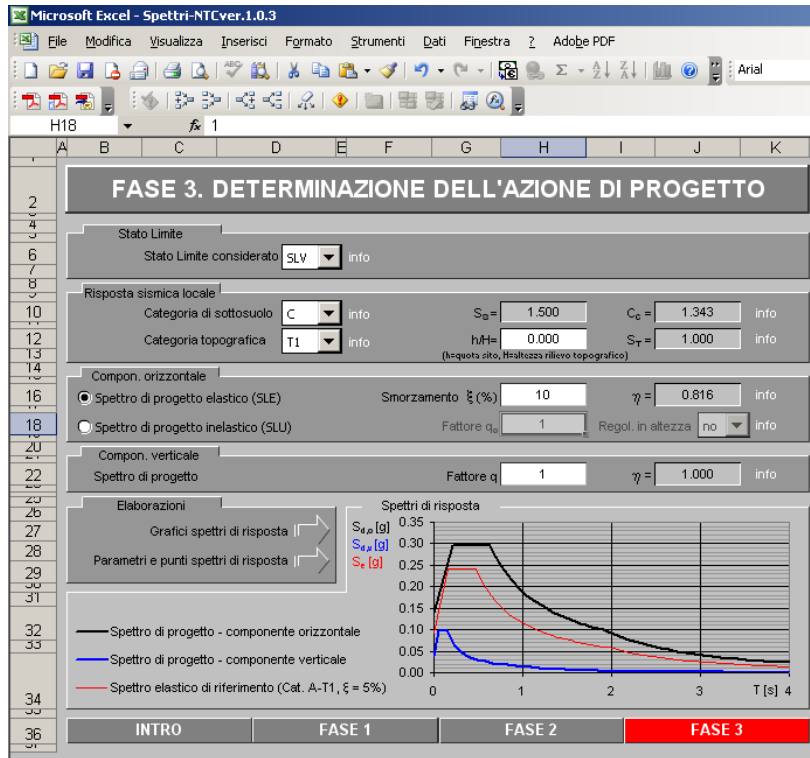
B	=	3	3	3	m	larghezza pila
$q_{5,pile}$	=	5.03	5.03	5.03	kN/m	azione del vento trasversale su pile

Nella precedente tabella, la prima colonna fa riferimento al tratto con travi ad altezza costante (2.20 m), la seconda e la terza ai tratti con travi ad altezza variabile (considerando rispettivamente 3.20 m e 4.20 m); tali valori sono stati opportunamente inseriti nel modello per approssimare la differente altezza della superficie di spinta che l'azione del vento investe.

2.2.10 Azione sismica (q6)

La risposta sismica è stata determinata attraverso un'analisi dinamica elastico-lineare con spettro di risposta. A tal fine, sia per le due componenti orizzontali, sia per la componente verticale del sisma, si è fatto riferimento alla spettro di progetto elastico (coefficiente di struttura $q=1$) allo S.L.V. Per il dimensionamento dei dispositivi antisismici si è fatto invece riferimento allo S.L.C. Sebbene i dispositivi sismici di cui si prevede l'impiego garantiscano uno smorzamento superiore al 15%, nelle analisi eseguite, conformemente a quanto prescritto in normativa, è stato considerato uno smorzamento pari al 10 %.

Gli spettri considerati sono caratterizzati dai seguenti parametri:



Microsoft Excel - Spettri-NTCver.1.0.3

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

Parametri indipendenti	
STATO LIMITE	SLV
a_g	0.091 g
F_g	2.648
T_C	0.475 s
S_S	1.500
C_C	1.343
S_T	1.000
q	1.225

Punti dello spettro di risposta	
T [s]	Se [g]
0.000	0.137
0.212	0.237
0.637	0.237
0.700	0.270
0.764	0.247
0.827	0.228
0.890	0.212
0.954	0.198
1.017	0.186
1.080	0.175
1.143	0.165
1.207	0.157
1.270	0.149
1.333	0.142
1.396	0.135
1.460	0.129
1.523	0.124
1.586	0.119
1.649	0.115
1.713	0.110
1.776	0.106
1.839	0.103
1.903	0.099
1.966	0.096
2.063	0.087
2.160	0.080
2.256	0.073
2.353	0.067
2.450	0.062
2.547	0.057
2.644	0.053
2.741	0.049
2.838	0.046
2.934	0.043
3.031	0.040
3.128	0.038
3.225	0.036
3.322	0.034
3.419	0.032
3.516	0.030
3.613	0.028
3.709	0.027
3.806	0.026
3.903	0.024
4.000	0.023

Espressioni dei parametri dipendenti

$S = S_S, S_T$ (NTC-08 Eq. 3.2.5)

$\eta = \sqrt{10(S+5)} \geq 0,55, \eta = 1/q$ (NTC-08 Eq. 3.2.6, §. 3.2.3.5)

$T_B = T_C / 3$ (NTC-07 Eq. 3.2.8)

$T_C = C_C \cdot T_C$ (NTC-07 Eq. 3.2.7)

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

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

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

$T_B \leq T < T_C$ $S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$

$T_C \leq T < T_D$ $S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \left(\frac{T_C}{T} \right)$

$T_D \leq T$ $S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T} \right)$

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

Microsoft Excel - Spettri-NTCver.1.0.3

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

Parametri indipendenti	
STATO LIMITE	SLV
a_{gv}	0.037 g
S_S	1.000
S_T	1.000
q	1.000
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Punti dello spettro di risposta	
T [s]	Se [g]
0.000	0.037
0.050	0.039
0.150	0.039
0.235	0.063
0.320	0.046
0.405	0.037
0.490	0.030
0.575	0.026
0.660	0.022
0.745	0.020
0.830	0.018
0.915	0.016
1.000	0.015
1.094	0.012
1.188	0.011
1.281	0.009
1.375	0.008
1.469	0.007
1.563	0.006
1.656	0.005
1.750	0.005
1.844	0.004
1.938	0.004
2.031	0.004
2.125	0.003
2.219	0.003
2.313	0.003
2.406	0.003
2.500	0.002
2.594	0.002
2.688	0.002
2.781	0.002
2.875	0.002
2.969	0.002
3.063	0.002
3.156	0.001
3.250	0.001
3.344	0.001
3.438	0.001
3.531	0.001
3.625	0.001
3.719	0.001
3.813	0.001
3.906	0.001
4.000	0.001

Espressioni dei parametri dipendenti

$S = S_S, S_T$ (NTC-08 Eq. 3.2.5)

$\eta = 1/q$ (NTC-08 §. 3.2.3.5)

$F_v = 1,35 \cdot F_0 \left(\frac{a_g}{g} \right)^{1,5}$ (NTC-08 Eq. 3.2.10)

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

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

$T_B \leq T < T_C$ $S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$

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

$T_D \leq T$ $S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T} \right)$

Microsoft Excel - Spettri-NTCver.1.0.3

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite
 Stato Limite considerato: **SLC** info

Risposta sismica locale
 Categoria di sottosuolo: **C** info $S_B = 1.500$ $C_C = 1.300$ info
 Categoria topografica: **T1** info $h/H = 0.000$ $S_T = 1.000$ info
(In quota sito, Altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale
 Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento ξ (%) **10** $\eta = 0.816$ info
 Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore q_0 **1** Regol. in altezza **no** info

Compon. verticale
 Spettro di progetto Fattore q **1** $\eta = 1.000$ info

Elaborazioni
 Grafici spettri di risposta
 Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta
 S_{dv} [g]
 S_{dv} [g]
 S_e [g]

— Spettro di progetto - componente orizzontale
 — Spettro di progetto - componente verticale
 — Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

Griglia secondaria dell'asse dei valori (Y)

INTRO FASE 1 FASE 2 **FASE 3**

Microsoft Excel - Spettri-NTCver.1.0.3

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLC

Parametri indipendenti	
STATO LIMITE	SLC
a_g	0.111 g
F_0	2.735
T_C	0.524 s
S_S	1.500
C_C	1.300
S_T	1.000
q	1.225

Punti dello spettro di risposta	
T [s]	Se [g]
0.000	0.167
0.227	0.373
0.681	0.373
0.746	0.340
0.810	0.313
0.875	0.290
0.940	0.270
1.005	0.252
1.070	0.237
1.135	0.223
1.200	0.211
1.265	0.200
1.330	0.191
1.395	0.182
1.460	0.174
1.525	0.166
1.590	0.159
1.655	0.153
1.720	0.147
1.785	0.142
1.850	0.137
1.915	0.132
1.980	0.128
2.045	0.124
2.138	0.113
2.231	0.104
2.324	0.096
2.417	0.089
2.510	0.082
2.603	0.076
2.697	0.071
2.790	0.067
2.883	0.062
2.976	0.059
3.069	0.055
3.162	0.052
3.255	0.049
3.348	0.046
3.441	0.044
3.534	0.041
3.628	0.039
3.721	0.037
3.814	0.036
3.907	0.034
4.000	0.032

Parametri dipendenti	
S	1.500
γ	0.816
T_B	0.227 s
T_C	0.681 s
T_D	2.045 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$S = S_s, S_T$ (NTC-08 Eq. 3.2.5)

$\eta = \sqrt{0.05(S+8)} \geq 0.55, \eta = 1/q$ (NTC-08 Eq. 3.2.6, §. 3.2.3.5)

$T_B = T_C / 3$ (NTC-07 Eq. 3.2.8)

$T_C = C_C \cdot T_C$ (NTC-07 Eq. 3.2.7)

$T_D = 4.0 \cdot a_g / g + 1,6$ (NTC-07 Eq. 3.2.9)

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

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

$T_B \leq T < T_C$ $S_h(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$

$T_C \leq T < T_D$ $S_h(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \left(\frac{T_C}{T} \right)$

$T_D \leq T$ $S_h(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$

Lo spettro di progetto $S_h(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ulimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con η_q , dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 §.3.2.3.5)

Microsoft Excel - Spettri-NTCver.1.0.3

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLC

Parametri indipendenti	
STATO LIMITE	SLC
a_{gv}	0.050 g
S_S	1.000
S_T	1.000
q	1.000
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Punti dello spettro di risposta	
T [s]	Se [g]
0.000	0.050
0.050	0.137
0.150	0.137
0.235	0.087
0.320	0.064
0.405	0.051
0.490	0.042
0.575	0.036
0.660	0.031
0.745	0.028
0.830	0.025
0.915	0.022
1.000	0.021
1.094	0.017
1.188	0.015
1.281	0.013
1.375	0.011
1.469	0.010
1.563	0.008
1.656	0.007
1.750	0.007
1.844	0.006
1.938	0.005
2.031	0.005
2.125	0.005
2.219	0.004
2.313	0.004
2.406	0.004
2.500	0.003
2.594	0.003
2.688	0.003
2.781	0.003
2.875	0.002
2.969	0.002
3.063	0.002
3.156	0.002
3.250	0.002
3.344	0.002
3.438	0.002
3.531	0.002
3.625	0.002
3.719	0.001
3.813	0.001
3.906	0.001
4.000	0.001

Parametri dipendenti	
F_v	1.231
S	1.000
γ	1.000

Espressioni dei parametri dipendenti

$S = S_s, S_T$ (NTC-08 Eq. 3.2.5)

$\eta = 1/q$ (NTC-08 §. 3.2.3.5)

$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{1,5}$ (NTC-08 Eq. 3.2.11)

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

$0 \leq T < T_B$ $S_h(T) = a_{gv} \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_v} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$

$T_B \leq T < T_C$ $S_h(T) = a_{gv} \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$

$T_C \leq T < T_D$ $S_h(T) = a_{gv} \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \left(\frac{T_C}{T} \right)$

$T_D \leq T$ $S_h(T) = a_{gv} \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$

La massa delle pile è computata automaticamente dal programma di calcolo, una volta definite le caratteristiche geometriche delle sezioni e la densità del materiale (quest'ultima assunta pari a 2500 kg/m³). La massa dell'impalcato (comprensiva del peso proprio della carpenteria metallica, del peso della soletta e dei permanenti portati) è stata attribuita alle due travi principali come una massa per unità di lunghezza di valore 6.71 kN/m per la trave di destra e 6.52 kN/m per quella di sinistra.

Sono stati considerati 50 modi di vibrare. Tale numero è risultato sufficiente ad eccitare in ciascuna delle tre direzioni del sisma una massa superiore allo 85% della massa totale. Le tre componenti x, y e z dell'azione sismica (rispettivamente longitudinale, trasversale e verticale) sono state combinate come di seguito:

- sisma 1) $E_x + 0.3 \times E_y + 0.3 \times E_z;$
- sisma 2) $0.3 \times E_x + E_y + 0.3 \times E_z;$
- sisma 3) $0.3 \times E_x + 0.3 \times E_y + E_z;$

2.2.11 Resistenza parassita dei vincoli (q7)

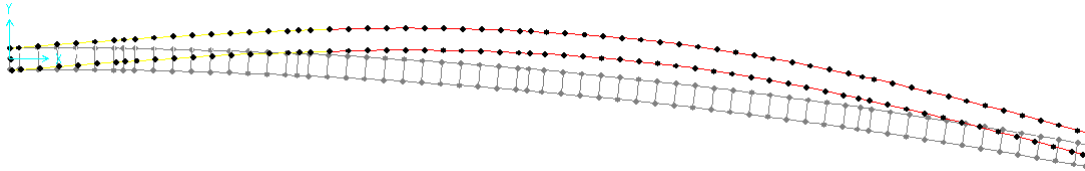
Associati ai carichi verticali si considerano delle azioni orizzontali che a favore di sicurezza vengono valutati pari all'1% dei carichi verticali (tali azioni non sarebbero presenti in questa opera poichè non esiste un punto fisso rispetto al quale l'impalcato tende ad incipiente movimento) tenendo conto che sono dovute alle rotazioni degli isolatori che generano tali azioni orizzontali.

2.3 RIPOSTA SISMICA DEL VIADOTTO

TABLE: Modal Periods And Frequencies					
StepType	StepNum	Period	Frequency	CircFreq	Eigenvalue
Text	Unitless	Sec	Cyc/sec	rad/sec	rad2/sec2
Mode	1	2.843	0.352	2.210	4.885
Mode	2	2.330	0.429	2.697	7.271
Mode	3	1.777	0.563	3.537	12.507
Mode	4	1.269	0.788	4.952	24.526
Mode	5	1.191	0.840	5.277	27.851
Mode	6	1.024	0.977	6.136	37.656
Mode	7	1.013	0.987	6.203	38.476
Mode	8	0.900	1.111	6.980	48.718
Mode	9	0.829	1.207	7.580	57.463
Mode	10	0.776	1.288	8.095	65.535
Mode	11	0.693	1.444	9.070	82.258
Mode	12	0.684	1.462	9.185	84.367
Mode	13	0.678	1.474	9.261	85.764
Mode	14	0.609	1.641	10.312	106.340
Mode	15	0.575	1.739	10.924	119.340
Mode	16	0.554	1.806	11.349	128.800
Mode	17	0.510	1.961	12.320	151.780
Mode	18	0.502	1.992	12.515	156.630
Mode	19	0.432	2.316	14.550	211.710
Mode	20	0.403	2.479	15.573	242.510
Mode	21	0.348	2.876	18.073	326.630
Mode	22	0.321	3.115	19.572	383.050
Mode	23	0.314	3.190	20.042	401.670
Mode	24	0.270	3.707	23.293	542.550
Mode	25	0.268	3.734	23.462	550.490

TABLE: Modal Periods And Frequencies					
StepType	StepNum	Period	Frequency	CircFreq	Eigenvalue
Text	Unitless	Sec	Cyc/sec	rad/sec	rad2/sec2
Mode	26	0.257	3.891	24.449	597.750
Mode	27	0.255	3.928	24.678	608.990
Mode	28	0.210	4.754	29.871	892.300
Mode	29	0.209	4.785	30.065	903.930
Mode	30	0.206	4.864	30.562	934.040
Mode	31	0.202	4.951	31.110	967.830
Mode	32	0.194	5.156	32.394	1049.300
Mode	33	0.193	5.193	32.630	1064.700
Mode	34	0.182	5.486	34.471	1188.200
Mode	35	0.174	5.761	36.199	1310.400
Mode	36	0.167	5.981	37.579	1412.200
Mode	37	0.165	6.052	38.024	1445.900
Mode	38	0.152	6.571	41.285	1704.500
Mode	39	0.149	6.694	42.059	1769.000
Mode	40	0.140	7.118	44.722	2000.000
Mode	41	0.123	8.153	51.227	2624.200
Mode	42	0.121	8.240	51.770	2680.200
Mode	43	0.112	8.906	55.955	3131.000
Mode	44	0.109	9.190	57.745	3334.500
Mode	45	0.108	9.218	57.921	3354.800
Mode	46	0.107	9.342	58.695	3445.200
Mode	47	0.105	9.529	59.873	3584.700
Mode	48	0.103	9.662	60.708	3685.500
Mode	49	0.098	10.249	64.399	4147.200
Mode	50	0.096	10.369	65.150	4244.500

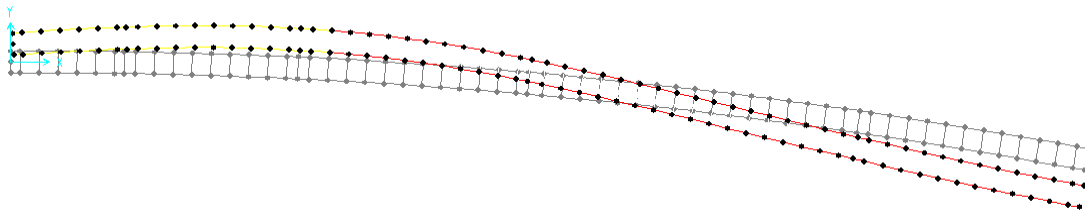
Prima forma modale



Seconda forma modale



Terza forma modale



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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 19 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

3 SOLLECITAZIONI

3.1 SOLLECITAZIONI NELLE CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI

Si riportano al presente paragrafo le sollecitazioni nelle sezioni maggiormente significative della sottostruttura. Tali sollecitazioni sono state determinate attraverso la risoluzione del modello numerico globale illustrato nel paragrafo precedente. Le azioni verticali (Fz) si assumono positive se di compressione, mentre quelle orizzontali (Fx ed Fy) ed i momenti trasversali e longitudinali (Mx e My) si assumono in valore assoluto.

Nel seguito si indica con:

g1-impalcato	=	peso proprio dell'impalcato;
g1-pile	=	peso proprio della pila;
g1-plinto	=	peso proprio del plinto di fondazione;
g2	=	permanenti portati su impalcato;
g2-terreno	=	peso proprio del terreno di ricoprimento;
e2	=	ritiro;
e3.3	=	carico termico su impalcato (massima azione verticale);
e3.4	=	carico termico su impalcato (massima azione trasversale);
q1.1	=	carichi mobili – configurazione 1 (massima azione verticale);
q1.2	=	carichi mobili – configurazione 2 (massimo momento trasversale);
q3	=	frenatura;
q4	=	azione centrifuga;
q5-impalcato	=	vento trasversale su impalcato;
q5-pile	=	vento trasversale su pile;
q6.1	=	sisma longitudinale + 0.3 sisma trasversale + 0.3 sisma verticale;
q6.2	=	0.3 sisma longitudinale + sisma trasversale + 0.3 sisma verticale;
q6.3	=	0.3 sisma longitudinale + 0.3 sisma trasversale + sisma verticale;
q7	=	resistenza parassita dei vincoli (1% dei carichi permanenti).

3.1.1 Sollecitazioni nella sezione di base delle pile

Si riportano nel seguito le tabelle con le sollecitazioni nella sezione di spiccato per le condizioni di carico elementari.

SOLLECITAZIONI RISPETTO BASE PILA

H	=	14.26 m	altezza pila			
		Fx	Fy	Fz	Mx	My
		[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
g1-impalcato		1	4	7334	1	14
g1-pile		0	0	5302	0	0
g2		1	2	1306	246	9
e2		26	3	236	180	384
e3.3		85	7	293	289	1250
e3.4		318	22	-183	434	4697
q1.1		2	1	3762	2179	30
q1.2		6	14	2563	8614	83
q3		181	5	0	71	2665
q4		0	0	0	0	0
q5-impalcato		53	409	0	6418	778
q5-pile		1	78	0	602	19
q6.1		1269	178	-53	2387	16663
q6.2		384	584	-62	7806	5049
q6.3		381	175	-175	2343	4998
q7		86	0	0	0	1232

PILA 01

SOLLECITAZIONI RISPETTO BASE PILA

H	=	25.06 m	altezza pila			
		Fx	Fy	Fz	Mx	My
		[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
g1-impalcato		1	6	7848	348	13
g1-pile		0	0	8542	0	0
g2		0	2	1389	344	8
e2		8	6	-142	286	199
e3.3		28	12	-130	509	721
e3.4		106	35	81	1011	2718
q1.1		1	16	4351	2430	21
q1.2		4	33	2486	8783	104
q3		124	5	0	136	3158
q4		0	0	0	0	0
q5-impalcato		24	620	6	16209	626
q5-pile		1	130	0	1668	16
q6.1		988	213	-68	4805	22011
q6.2		300	702	-75	15814	6696
q6.3		297	211	-225	4745	6605
q7		92	0	0	0	2315

PILA 02

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 20 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

SOLLECITAZIONI RISPETTO BASE PILA

H = 34.66 m altezza pila

	Fx	Fy	Fz	Mx	My
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
g1-impalcato	0	9	14913	706	0
g1-pile	0	0	11421	1	0
g2	0	5	2458	435	1
e2	4	2	116	443	123
e3.3	6	3	49	768	227
e3.4	24	29	-30	1421	850
q1.1	0	39	5809	2302	4
q1.2	0	119	3813	8746	17
q3	76	3	0	100	2674
q4	0	0	0	0	0
q5-impalcato	2	625	-10	22348	87
q5-pile	0	160	1	2515	3
q6.1	564	151	-108	4764	17884
q6.2	174	480	-116	15113	5506
q6.3	170	144	-358	4549	5372
q7	174	0	0	0	6021

PILA 03

SOLLECITAZIONI RISPETTO BASE PILA

H = 27.46 m altezza pila

	Fx	Fy	Fz	Mx	My
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
g1-impalcato	1	7	16313	1017	20
g1-pile	0	0	9262	1	0
g2	0	3	2680	579	13
e2	19	2	133	471	524
e3.3	59	6	312	866	1656
e3.4	223	32	-195	1325	6229
q1.1	2	27	5883	3041	49
q1.2	8	75	4018	11386	232
q3	111	0	0	2	3097
q4	0	0	0	0	0
q5-impalcato	40	700	-3	20052	1130
q5-pile	1	137	0	1873	28
q6.1	795	222	-109	5480	19962
q6.2	254	642	-124	15689	6346
q6.3	240	195	-358	4772	6013
q7	190	0	0	0	5215

PILA 04

3.1.2 Sollecitazioni nella sezione di testa del pulvino

In questo sottoparagrafo, sempre con riferimento alle condizioni di carico elementari, si riportano le tabelle con le sollecitazioni nella sezione di testa del pulvino, valutate negli elementi Nlink.

PILA 01

SOLLECITAZIONI RISPETTO TESTA PULVINO

	P1-D			P1-S		
	Fx	Fy	Fz	Fx	Fy	Fz
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
g1-impalcato	1	2	3658	0	2	3676
g2	0	1	691	0	1	615
e2	13	2	141	13	2	95
e3.3	42	4	178	43	4	115
e3.4	158	13	-112	160	13	-72
q1.1	3	8	2976	0	7	2372
q1.2	9	33	34	2	33	957
q3	90	4	0	91	4	0
q4	0	0	0	0	0	0
q5-impalcato	43	204	66	16	204	-66
q6.1	628	75	-46	629	75	-45
q6.2	191	229	-98	192	230	-98
q6.3	188	69	-124	189	69	-122
q7	43	0	0	43	0	0

PILA 02

SOLLECITAZIONI RISPETTO TESTA PULVINO

	P2-D			P2-S		
	Fx	Fy	Fz	Fx	Fy	Fz
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
g1-impalcato	1	3	3956	0	3	3892
g2	0	1	744	0	1	645
e2	4	3	-47	4	3	-96
e3.3	18	8	26	19	8	82
e3.4	52	17	-24	53	17	-74
q1.1	0	38	3451	1	24	2799
q1.2	7	65	-448	3	66	1185
q3	61	5	0	62	5	0
q4	0	0	0	0	0	0
q5-impalcato	38	309	66	15	310	-60
q6.1	449	71	-64	449	71	-65
q6.2	137	220	-153	137	220	-159
q6.3	135	66	-159	135	66	-158
q7	47	0	0	45	0	0

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 21 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

PILA 03

SOLLECITAZIONI RISPETTO TESTA PULVINO

	P3-D			P3-S		
	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
g1-impalcato	0	5	7635	1	5	7278
g2	0	2	1334	0	2	1124
e2	2	1	147	2	1	-31
e3.3	3	1	141	4	3	77
e3.4	13	13	-87	14	17	-70
q1.1	6	71	4646	5	45	3731
q1.2	8	89	4314	9	89	-415
q3	38	5	0	38	5	0
q4	0	0	0	0	0	0
q5-impalcato	31	311	62	22	312	-72
q6.1	200	52	-90	199	52	-87
q6.2	62	168	-192	61	169	-187
q6.3	60	51	-240	60	51	-232
q7	90	0	0	84	0	0

PILA 04

SOLLECITAZIONI RISPETTO TESTA PULVINO

	P4-D			P4-S		
	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
g1-impalcato	1	3	8365	1	3	7948
g2	1	2	1456	0	2	1224
e2	9	1	141	10	1	-8
e3.3	29	1	279	30	2	33
e3.4	111	0	-174	114	1	-21
q1.1	11	50	4725	5	33	3797
q1.2	11	70	4234	11	70	-294
q3	55	8	0	55	8	0
q4	0	0	0	0	0	0
q5-impalcato	21	351	84	41	348	-87
q6.1	381	67	-95	383	66	-95
q6.2	118	212	-200	118	210	-209
q6.3	114	64	-248	115	63	-241
q7	98	0	0	92	0	0

3.1.3 Sollecitazioni della sottostruttura rispetto al baricentro della palificata

SOTTOSTRUTTURA PILA P01 (n° 5 pali)

ex	0	m	eccentricità longitudinale baricentro pila rispetto a baricentro palificata		
ey	0	m	eccentricità trasversale baricentro pila rispetto a baricentro palificata		
ez	2.5	m	eccentricità verticale baricentro pila rispetto a baricentro palificata		
Peso Plinto (G1) E Peso Terreno Di Ricoprimento (G2)					
γ_{cls}	25.00	kN/m ³	peso specifico cls		
$\gamma_{terreno}$	18.00	kN/m ³	peso specifico terreno		
Bx	6.50	m	dimensione plinto lungo x		
By	9.65	m	dimensione plinto lungo y		
Bz	2.50	m	dimensione plinto lungo z		
Dz	1.00	m	altezza terreno di ricoprimento		
	Fx	Fy	Fz	Mx	My
g1-plinto	0	0	3920	0	0
g2-terreno	0	0	1129	0	0

SOTTOSTRUTTURA PILA P02 (n° 8 pali)

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 22 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

ex	0	m	eccentricità longitudinale baricentro pila rispetto a baricentro palificata		
ey	0	m	eccentricità trasversale baricentro pila rispetto a baricentro palificata		
ez	2.5	m	eccentricità verticale baricentro pila rispetto a baricentro palificata		
Peso Plinto (G1) E Peso Terreno Di Ricoprimento (G2)					
γ_{cls}	25.00	kN/m ³	peso specifico cls		
$\gamma_{terreno}$	18.00	kN/m ³	peso specifico terreno		
Bx	9.65	m	dimensione plinto lungo x		
By	11.00	m	dimensione plinto lungo y		
Bz	2.50	m	dimensione plinto lungo z		
Dz	1.00	m	altezza terreno di ricoprimento		
	Fx	Fy	Fz	Mx	My
g1-plinto	0	0	6634	0	0
g2-terreno	0	0	1911	0	0

SOTTOSTRUTTURA PILA P03 (n° 12 pali)

ex	0	m	eccentricità longitudinale baricentro pila rispetto a baricentro palificata		
ey	0	m	eccentricità trasversale baricentro pila rispetto a baricentro palificata		
ez	2.5	m	eccentricità verticale baricentro pila rispetto a baricentro palificata		
Peso Plinto (G1) E Peso Terreno Di Ricoprimento (G2)					
γ_{cls}	25.00	kN/m ³	peso specifico cls		
$\gamma_{terreno}$	18.00	kN/m ³	peso specifico terreno		
Bx	11.00	m	dimensione plinto lungo x		
By	15.50	m	dimensione plinto lungo y		
Bz	2.50	m	dimensione plinto lungo z		
Dz	1.00	m	altezza terreno di ricoprimento		
	Fx	Fy	Fz	Mx	My
g1-plinto	0	0	10656	0	0
g2-terreno	0	0	3069	0	0

SOTTOSTRUTTURA PILA P04 (n° 9 pali)

ex	0	m	eccentricità longitudinale baricentro pila rispetto a baricentro palificata		
ey	0	m	eccentricità trasversale baricentro pila rispetto a baricentro palificata		
ez	2.5	m	eccentricità verticale baricentro pila rispetto a baricentro palificata		
Peso Plinto (G1) E Peso Terreno Di Ricoprimento (G2)					
γ_{cls}	25.00	kN/m ³	peso specifico cls		
$\gamma_{terreno}$	18.00	kN/m ³	peso specifico terreno		
Bx	11.00	m	dimensione plinto lungo x		
By	11.00	m	dimensione plinto lungo y		
Bz	2.50	m	dimensione plinto lungo z		
Dz	1.00	m	altezza terreno di ricoprimento		
	Fx	Fy	Fz	Mx	My
g1-plinto	0	0	7563	0	0
g2-terreno	0	0	2178	0	0

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 24 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

3.3 SOLLECITAZIONI NELLE COMBINAZIONI DI CARICO

3.3.1 Sollecitazioni nella sezione di base delle pile

In queste tabelle si riportano le sollecitazioni relative alle diverse combinazioni di carico con riferimento alla sezione di spiccato (per agevolare le verifiche da fare successivamente, sono qui evidenziati i valori massimi di ogni sollecitazione ed il valore minimo dello sforzo assiale nella combinazione sismica).

PILA 01

SOLLECITAZIONI SEZIONE DI BASE PILA NELLE COMBINAZIONI DI CARICO

	S.L.U.								S.L.U.							
	q1								q3							
Fx	223	392	126	294	228	396	131	299	494	662	396	564	497	665	400	568
Fy	457	467	-420	-409	474	484	-402	-392	463	474	-413	-403	476	487	-400	-390
Fz	24393	24050	24394	24051	22774	22431	22775	22431	23123	22780	23124	22781	21909	21566	21910	21566
Mx	10018	10122	-2619	-2514	18705	18809	6069	6173	9389	9494	-3247	-3143	15905	16009	3268	3373
My	3259	5741	1823	4305	3330	5812	1894	4376	7246	9729	5810	8293	7300	9782	5864	8346

	S.L.U.								S.L.U.							
	q4								q5							
Fx	223	391	125	294	226	395	129	297	255	423	93	261	259	427	97	265
Fy	456	466	-420	-410	469	479	-407	-397	748	759	-712	-702	761	772	-699	-689
Fz	23123	22780	23124	22781	21909	21566	21910	21566	23123	22780	23124	22781	21909	21566	21910	21566
Mx	9282	9387	-3354	-3250	15798	15902	3161	3266	13494	13599	-7566	-7462	20010	20114	-1051	-946
My	3249	5731	1813	4295	3302	5784	1866	4348	3727	6210	1334	3816	3781	6263	1387	3870

	S.L.U.				S.L.V.				S.L.V.							
	e3				q6.x				q6.y				q6.z			
Fx	263	544	166	446	267	547	170	450	1391	1508	506	622	502	619		
Fy	460	477	-417	-400	473	490	-404	-387	190	198	596	603	188	195		
Fz	23264	22692	23265	22693	22050	21478	22050	21478	14270	14032	14261	14023	14149	13911		
Mx	9421	9595	-3215	-3041	15936	16110	3300	3474	2959	3032	8377	8450	2915	2988		
My	3848	7986	2412	6550	3902	8039	2466	6603	18434	20158	6820	8544	6769	8493		

	S.L.car								S.L.E.								S.L.freq								S.L.qp							
Fx	164	304	99	239	158	299	94	234	143	283	121	261	137	277	115	255	122	239														
Fy	306	315	-278	-269	295	303	-290	-281	111	120	-83	-75	100	108	-95	-86	12	20														
Fz	17174	16888	17175	16889	12431	12145	12431	12145	17174	16888	17174	16888	12431	12145	12431	12145	14323	14085														
Mx	6447	6534	-1977	-1890	-1648	-1561	-10072	-9885	3639	3726	831	918	-4456	-4369	-7264	-7177	572	644														
My	2397	4466	1440	3508	2312	4381	1355	3424	2078	4147	1759	3827	1993	4062	1674	3743	1771	3495														

PILA 02

SOLLECITAZIONI SEZIONE DI BASE PILA NELLE COMBINAZIONI DI CARICO

	S.L.U.								S.L.U.							
	q1								q3							
Fx	138	194	92	149	142	198	97	153	323	379	277	334	326	382	281	337
Fy	724	740	-625	-609	746	763	-603	-586	727	743	-622	-606	743	760	-606	-589
Fz	29616	29768	29606	29757	27099	27251	27089	27241	28148	28300	28137	28289	26260	26412	26250	26402
Mx	21015	21377	-11164	-10803	29591	29952	-2589	-2228	20399	20761	-11781	-11419	26831	27192	-5349	-4988
My	3475	4913	2320	3758	3587	5025	2432	3870	8205	9643	7050	8488	8289	9727	7133	8572

	S.L.U.								S.L.U.							
	q4								q5							
Fx	137	194	92	148	141	197	95	152	152	209	77	133	156	212	80	137
Fy	719	735	-630	-614	735	752	-614	-597	1168	1184	-1090	-1064	1185	1201	-1063	-1047
Fz	28148	28300	28137	28289	26260	26412	26250	26402	28151	28303	28134	28286	26264	26416	26246	26398
Mx	20195	20557	-11985	-11623	26627	26988	-5553	-5192	30922	31283	-22711	-22350	37353	37715	-16280	-15918
My	3468	4906	2312	3751	3552	4990	2396	3835	3853	5292	1927	3366	3937	5375	2011	3449

	S.L.U.				S.L.V.				S.L.V.							
	e3				q6.x				q6.y				q6.z			
Fx	151	245	106	199	154	248	109	203	1067	1106	379	418	375	414		
Fy	724	751	-625	-598	741	768	-608	-581	234	245	723	734	231	243		
Fz	28085	28338	28075	28328	26198	26451	26187	26440	17504	17609	17497	17603	17347	17453		
Mx	20439	21042	-11740	-11138	26871	27473	-5309	-4707	6038	6289	17047	17298	5978	6229		
My	3814	6211	2658	5055	3898	6295	2742	5139	23980	24979	8665	9664	8574	9573		

	S.L.car								S.L.E.								S.L.freq								S.L.qp							
Fx	97	144	66	113	93	140	63	110	87	133	77	123	83	130	73	120	78	117														
Fy	484	497	-416	-402	447	460	-452	-439	184	197	-116	-102	147	161	-153	-139	21	32														
Fz	20825	20952	20818	20945	15698	15824	15691	15817	20823	20950	20821	20947	15695	15822	15693	15820	17572	17677														
Mx	13833	14134	-7620	-7319	5423	5725	-16030	-15729	6682	6983	-469	-168	-1728	-1426	-8879	-8578	1233	1484														
My	2442	3641	1672	2870	2348	3547	1578	2776	2185	3384	1928	3127	2091	3290	1635	3033	1969	2968														

PILA 03

SOLLECITAZIONI SEZIONE DI BASE PILA NELLE COMBINAZIONI DI CARICO

	S.L.U.								S.L.U.							
	q1								q3							
Fx	168	180	163	176	168	181	164	176	282	294	277	290	282	295	278	290
Fy	782	800	-631	-612	891	909	-522	-503	773	792	-640	-621	855	873	-558	-539
Fz	46876	46819	46892	46835	44182	44125	44198	44141	44916	44859	44932	44875	42895	42838	42911	42854
Mx	28110	28580	-16643	-16173	36809	37279	-7944	-7474	27483	27953	-17270	-16800	34007	34478	-10746	-10275
My	5817	6265	5656	6104	5834	6283	5673	6122	9827	10275	9666	10114	9840	10288	9679	10127

	S.L.U.								S.L.V.							
	q4				q5				q6.x				q6.z			
Fx	168	180	163	176	168	181	163	176	169	182	162	174	170	182	162	175
Fy	769	787	-644	-625	850	869	-562	-544	1239	1258	-1115	-1096	1321	1340	-1033	-1014
Fz	44916	44859	44932	44875	42895	42838	42911	42854	44910	44853	44937	44880	42890	42833	42916	42860
Mx	27333	27803	-17420	-16950	33857	34328	-10896	-10426	42250	42721	-32338	-31868	48775	49245	-25814	-25343
My	5816	6264	5655	6103	5829	6277	5668	6116	5870	6318	5601	6049	5882	6331	5614	6062

	S.L.U.				S.L.V.									
	e3				q6.y									
Fx	171	192	166	187	171	192	167	188	675	684	285	294	281	289
Fy	770	801	-643	-612	852	883	-561	-530	168	181	497	510	162	175
Fz	44939	44844	44955	44861	42918	42824	42934	42840	28824	28784	28816	28776	28574	28535
Mx	27701	28485	-17052	-16268	34226	35010	-10528	-9743	6732	7059	17081	17408	6517	6844
My	5925	6672	5764	6511	5938	6685	5777	6524	21735	22046	9356	9667	9222	9533

	S.L.U.								S.L.V.									
	S.L.car				S.L.E.				S.L.freq				S.L.qp					
Fx	113	124	110	121	113	123	110	120	112	123	111	122	112	122	111	121	111	120
Fy	517	533	-424	-409	399	414	-543	-527	204	219	-110	-95	85	100	-229	-213	17	30
Fz	33288	33240	33298	33251	26072	26024	26083	26035	33291	33244	33295	33247	26075	26028	26079	26032	28932	28892
Mx	18689	19081	-11146	-10754	10403	10796	-19432	-19040	8744	9136	-1201	-809	458	850	-9487	-9095	1968	2295
My	3930	4303	3822	4196	3914	4287	3806	4180	3894	4267	3858	4231	3878	4251	3842	4216	3850	4161

PILA 04

SOLLECITAZIONI SEZIONE DI BASE PILA NELLE COMBINAZIONI DI CARICO

	S.L.U.								S.L.V.							
	q1				q3				q6.x				q6.z			
Fx	277	395	203	320	286	404	212	329	443	561	368	486	449	567	375	493
Fy	809	828	-697	-678	873	892	-633	-615	800	819	-706	-688	848	867	-658	-640
Fz	46466	46101	46471	46106	43949	43584	43954	43589	44481	44116	44486	44121	42593	42228	42598	42233
Mx	27182	27513	-12283	-11952	38448	38779	-1017	-686	26159	26490	-13306	-12975	34609	34940	-4857	-4526
My	7667	10960	5583	8876	7914	11207	5830	9123	12296	15588	10212	13504	12481	15773	10397	13689

	S.L.U.								S.L.V.							
	q4				q5				q6.x				q6.z			
Fx	277	394	202	320	283	401	209	327	302	419	177	295	308	426	184	302
Fy	800	819	-706	-688	848	867	-659	-640	1302	1321	-1209	-1190	1350	1369	-1161	-1142
Fz	44481	44116	44486	44121	42593	42228	42598	42233	44479	44114	44487	44122	42591	42226	42599	42235
Mx	26156	26487	-13310	-12978	34605	34936	-4860	-4529	39311	39642	-26465	-26134	47760	48091	-18015	-17684
My	7651	10943	5567	8859	7836	11128	5752	9044	8345	11638	4872	8165	8530	11823	5057	8350

	S.L.U.				S.L.V.									
	e3				q6.y									
Fx	305	501	231	427	312	508	237	433	959	1040	418	500	403	485
Fy	803	834	-704	-672	851	882	-656	-625	236	249	656	669	209	222
Fz	44631	44022	44635	44027	42743	42135	42748	42139	28434	28180	28419	28165	28185	27932
Mx	26571	27123	-12894	-12342	35021	35572	-4445	-3893	7980	8210	18189	18419	7273	7503
My	8446	13933	6362	11849	8631	14119	6547	12035	24476	26763	10860	13147	10527	12814

	S.L.U.								S.L.V.									
	S.L.car				S.L.E.				S.L.freq				S.L.qp					
Fx	196	294	146	244	188	286	138	236	179	277	162	261	171	270	155	253	163	245
Fy	537	553	-467	-451	461	476	-544	-528	203	218	-132	-117	126	142	-209	-193	14	27
Fz	32984	32680	32988	32684	25559	25255	25562	25258	32985	32681	32987	32682	25560	25256	25561	25257	28543	28290
Mx	18023	18299	-8287	-8011	7203	7479	-19107	-18831	9253	9529	483	759	-1567	-1291	-10337	-10061	2501	2731
My	5411	8155	4022	6765	5201	7944	3811	6555	4948	7692	4485	7229	4737	7481	4274	7018	4514	6801

3.3.2 Sollecitazioni nella sezione di testa del pulvino

In queste tabelle si riportano le sollecitazioni relative alle diverse combinazioni di carico con riferimento alla sezione di testa del pulvino.

PILA 01

SOLLECITAZIONI SEZIONE DI TESTA PULVINO NELLE COMBINAZIONI DI CARICO

	S.L.U.								S.L.V.							
	P1-D				q1				q3				q3			
Fx	128	212	51	134	137	220	59	143	263	346	185	269	269	352	191	275
Fy	203	210	-164	-157	237	243	-130	-124	206	213	-161	-154	232	238	-136	-129
Fz	10245	10036	10127	9918	6273	6065	6155	5946	9241	9032	9122	8914	6262	6053	6144	5935
V	240	298	172	207	274	328	143	189	334	406	245	310	355	425	234	304

	S.L.U.								S.L.V.							
	P1-S				q1				q3				q3			
Fx	101	185	71	156	103	188	74	159	236	321	207	292	238	323	209	294
Fy	202	208	-166	-159	237	244	-130	-124	205	212	-162	-156	232	239	-136	-129
Fz	9132	8997	9251	9116	7222	7087	7341	7206	8331	8197	8450	8316	6899	6764	7018	6883
V	226	279	181	223	259	308	150	201	313	385	263	331	333	402	249	321

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 26 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

P1-D														S.L.U.							
Fx	128	211	50	134	q4	134	217	56	140	153	237	24	108	160	243	31	114				
Fy	200	207	-167	-160		226	232	-141	-135	323	329	-289	-282	348	355	-264	-257				
Fz	9240	9032	9122	8914		6262	6053	6144	5935	9280	9071	9083	8874	6301	6092	6104	5895				
V	238	296	174	209		263	318	152	194	357	406	290	302	383	430	265	281				
P1-S														S.L.U.							
Fx	101	185	71	156	q4	103	187	73	158	110	195	62	146	q5	112	197	64	148			
Fy	200	206	-168	-162		226	233	-142	-135	322	329	-291	-284	349	355	-264	-258				
Fz	8331	8197	8450	8316		6899	6764	7018	6883	8292	8157	8490	8355	6859	6725	7057	6923				
V	224	277	183	225		248	299	159	208	341	382	297	320	367	406	272	297				
P1-D														S.L.U.				S.L.V.			
Fx	148	287	70	209	e3	154	293	76	216	q6.x	747	252	q6.y	310	q6.z	307					
Fy	202	213	-165	-154		228	239	-139	-128	82	86	236	241	76	81						
Fz	9326	8978	9208	8860		6347	6000	6229	5881	4533	4388	4481	4336	4455	4310						
V	251	357	179	260		275	378	159	251	693	752	345	393	261	318						
P1-S														S.L.U.				S.L.V.			
Fx	121	262	92	233	e3	123	264	94	235	q6.x	748	252	q6.y	311	q6.z	308					
Fy	202	213	-166	-155		228	239	-139	-129	82	87	236	241	76	81						
Fz	8386	8162	8505	8281		6954	6730	7073	6849	4398	4305	4345	4252	4321	4228						
V	235	337	190	280		259	356	168	268	695	753	346	393	261	319						

PILA 02

SOLLECITAZIONI SEZIONE DI TESTA PULVINO NELLE COMBINAZIONI DI CARICO

P2-D														S.L.U.							
Fx	95	120	27	52	q1	105	130	37	61	187	212	119	144	q3	195	219	126	151			
Fy	344	351	-211	-205		381	388	-174	-168	340	346	-216	-209	367	374	-188	-181				
Fz	11026	10990	10907	10871		5763	5727	5643	5607	9861	9825	9742	9706	5914	5878	5794	5758				
V	357	371	213	211		395	409	178	178	388	406	247	254	416	434	227	236				
P2-S														S.L.U.							
Fx	74	99	48	73	q1	76	101	50	75	166	191	140	165	q3	168	193	141	166			
Fy	327	334	-230	-224		383	389	-175	-168	327	334	-230	-224	369	375	-189	-182				
Fz	9794	9682	9903	9791		7615	7502	7723	7611	8850	8737	8958	8846	7215	7103	7323	7211				
V	335	348	235	235		390	402	182	184	367	384	270	278	405	422	236	247				
P2-D														S.L.U.							
Fx	95	120	27	52	q4	102	127	34	59	118	143	4	29	q5	125	150	12	36			
Fy	331	338	-224	-217		359	366	-196	-190	517	523	-409	-403	544	551	-381	-375				
Fz	9861	9825	9742	9706		5914	5878	5794	5758	9901	9865	9702	9666	5954	5918	5754	5718				
V	345	359	226	223		374	387	199	199	530	542	409	404	559	571	382	376				
P2-S														S.L.U.							
Fx	74	99	47	72	q4	75	100	49	74	82	107	38	63	q5	84	109	40	65			
Fy	319	325	-239	-232		360	367	-197	-190	504	511	-424	-418	546	553	-383	-376				
Fz	8850	8737	8958	8846		7215	7103	7323	7211	8813	8701	8994	8882	7179	7066	7359	7247				
V	327	340	243	243		368	381	203	204	511	522	426	423	553	564	385	382				
P2-D														S.L.U.				S.L.V.			
Fx	104	145	36	77	e3	111	152	43	84	q6.x	508	179	q6.y	196	q6.z	194					
Fy	335	346	-220	-209		363	374	-192	-181	83	87	231	236	78	82						
Fz	9874	9814	9754	9694		5926	5866	5807	5747	4602	4577	4513	4488	4507	4482						
V	351	375	223	223		380	404	197	200	498	516	292	306	193	210						
P2-S														S.L.U.				S.L.V.			
Fx	82	124	56	98	e3	84	126	58	99	q6.x	507	177	q6.y	195	q6.z	193					
Fy	323	334	-235	-224		364	375	-193	-182	83	87	232	236	78	82						
Fz	8889	8702	8997	8810		7254	7067	7363	7176	4417	4339	4323	4245	4324	4247						
V	333	356	241	244		374	396	201	207	497	515	292	306	192	210						

PILA 03

SOLLECITAZIONI SEZIONE DI TESTA PULVINO NELLE COMBINAZIONI DI CARICO

P3-D														S.L.U.				
Fx	122	129	66	73	q1	124	131	68	75	176	183	120	127	q3	178	185	122	129
Fy	387	396	-172	-164		411	420	-148	-139	370	379	-189	-180	389	397	-171	-162	
Fz	18714	18550	18602	18438		18266	18102	18154	17990	17146	16982	17034	16870	16810	16645	16698	16533	
V	406	416	184	179		430	440	163	158	410	421	224	221	427	438	210	207	
P3-S														S.L.U.				
Fx	108	114	68	75	q1	113	120	74	80	163	170	123	130	q3	167	174	128	134
Fy	354	365	-207	-196		413	424	-148	-137	346	357	-215	-204	390	401	-170	-160	
Fz	16332	16227	16461	16356		10735	10630	10865	10759	15073	14967	15202	15097	10876	10770	11005	10899	
V	370	382	218	210		429	440	165	159	383	395	248	242	425	437	213	209	

														S.L.U.					
P3-D														q5					
Fx	120	127	64	71	q4	122	129	65	73	138	146	45	52	140	148	47	54		
Fy	363	372	-196	-188	381	390	-178	-169	-178	550	558	-383	-374	568	577	-364	-356		
Fz	17146	16982	17034	16870	16810	16646	16698	16534	17184	17019	16997	16832	16847	16683	16661	16496	16496		
V	382	393	206	201	400	411	190	184	567	577	385	378	585	595	367	360	360		
														S.L.U.					
P3-S														q5					
Fx	106	113	67	73	q4	110	117	71	78	119	126	54	60	124	130	58	64		
Fy	339	349	-222	-212	383	394	-178	-167	-167	526	536	-409	-398	570	581	-365	-354		
Fz	15073	14967	15202	15097	10875	10770	11005	10899	15030	14924	15245	15140	10832	10727	11048	10942	10942		
V	355	367	232	224	399	411	191	184	539	551	412	403	583	595	369	360	360		
														S.L.U.		S.L.V.		q6.z	
P3-D					e3				q6.x				q6.y		q6.z				
Fx	121	133	65	77	123	135	67	79	257	262	119	124	118	123					
Fy	364	378	-196	-181	382	396	-177	-163	60	66	177	183	59	65					
Fz	17214	16940	17102	16828	16878	16604	16766	16492	9096	8982	8994	8880	8947	8832					
V	383	401	206	197	401	419	190	181	264	270	213	221	132	139					
														S.L.U.		S.L.V.		q6.z	
P3-S					e3				q6.x				q6.y		q6.z				
Fx	108	119	69	80	112	124	73	84	254	258	116	121	115	119					
Fy	340	358	-221	-203	385	402	-176	-159	61	68	178	185	60	67					
Fz	15110	14934	15239	15063	10912	10736	11041	10865	8322	8248	8222	8149	8177	8103					
V	357	377	231	218	401	420	191	180	261	267	213	221	129	137					

PILA 04

SOLLECITAZIONI SEZIONE DI TESTA PULVINO NELLE COMBINAZIONI DI CARICO

														S.L.U.					
P4-D														q3					
Fx	156	215	119	178	q1	156	215	119	178	234	293	197	256	234	293	197	256		
Fy	391	390	-240	-241	418	417	-213	-213	386	385	-245	-246	406	406	-224	-225	-225		
Fz	20082	19756	19931	19605	19420	19094	19269	18943	18488	18162	18337	18010	17991	17665	17840	17514	17514		
V	421	445	268	299	446	470	244	278	452	484	314	355	469	501	299	341	341		
														S.L.U.					
P4-S														q3					
Fx	161	221	88	148	q1	168	228	95	155	241	301	168	228	247	307	174	234		
Fy	366	365	-260	-260	416	415	-210	-210	367	366	-259	-260	404	403	-222	-222	-222		
Fz	17443	17405	17600	17561	11921	11882	12077	12038	16162	16123	16318	16279	12020	11981	12176	12137	12137		
V	400	427	274	299	449	474	230	262	439	474	309	346	474	507	282	323	323		
														S.L.U.					
P4-D														q5					
Fx	152	211	115	174	q4	152	211	115	174	164	224	103	162	165	224	103	162		
Fy	374	373	-257	-258	395	394	-236	-237	584	584	-467	-468	605	604	-447	-447	-447		
Fz	18488	18161	18336	18010	17991	17665	17840	17514	18538	18212	18286	17960	18042	17715	17790	17463	17463		
V	404	429	281	311	423	447	263	294	607	625	478	495	627	644	458	476	476		
														S.L.U.					
P4-S														q5					
Fx	159	219	86	146	q4	165	225	92	152	183	243	62	122	189	249	67	127		
Fy	355	354	-271	-272	392	392	-233	-234	563	563	-479	-480	601	600	-442	-443	-443		
Fz	16162	16123	16318	16279	12020	11981	12176	12137	16110	16071	16370	16331	11968	11929	12228	12189	12189		
V	389	416	284	308	425	451	251	279	592	613	483	495	630	650	447	461	461		
														S.L.U.		S.L.V.		q6.z	
P4-D					e3				q6.x				q6.y		q6.z				
Fx	166	265	129	228	e3	166	265	129	228	465	506	202	243	199	240				
Fy	375	373	-256	-257	395	394	-236	-237	73	72	218	217	70	69					
Fz	18622	18078	18470	17927	18125	17582	17974	17430	10006	9780	9901	9674	9853	9626					
V	410	458	287	344	429	475	269	329	471	512	297	326	211	250					
														S.L.U.		S.L.V.		q6.z	
P4-S					e3				q6.x				q6.y		q6.z				
Fx	173	274	100	201	e3	179	279	106	206	463	505	199	241	196	237				
Fy	356	354	-270	-271	393	392	-233	-234	73	72	216	216	69	69					
Fz	16178	16113	16334	16269	12036	11971	12192	12127	9085	9058	8971	8944	8939	8912					
V	396	448	288	337	432	481	256	312	469	510	294	323	208	247					

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 28 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

3.3.3 Sollecitazioni sulla palificata

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

PILA 1 - Sollecitazione sulla palificata

comb	Fx	Fy	Fz	Mx	My
	kN	kN	kN	kNm	kNm
SLU1	223	457	31210	11159	2700
SLU2	392	467	30866	10921	5335
SLU3	126	-420	31210	-3668	1507
SLU4	294	-409	30867	-3907	4142
SLU5	228	474	29590	19890	2759
SLU6	396	484	29247	19651	5394
SLU7	131	-402	29591	5063	1567
SLU8	299	-392	29248	4824	4201
SLU9	494	463	29940	10548	6012
SLU10	662	474	29597	10309	8647
SLU11	396	-413	29941	-4280	4820
SLU12	564	-403	29598	-4518	7454
SLU13	497	476	28725	17096	6057
SLU14	665	487	28382	16857	8692
SLU15	400	-400	28726	2268	4864
SLU16	568	-390	28383	2030	7499
SLU17	223	456	29940	10423	2692
SLU18	391	466	29597	10184	5326
SLU19	125	-420	29941	-4405	1499
SLU20	294	-410	29598	-4643	4134
SLU21	226	469	28725	16971	2736
SLU22	395	479	28382	16732	5371
SLU23	129	-407	28726	2143	1543
SLU24	297	-397	28383	1905	4178
SLU25	255	748	29940	15365	3089
SLU26	423	759	29596	15126	5724
SLU27	93	-712	29941	-9347	1101
SLU28	261	-702	29598	-9586	3736
SLU29	259	761	28725	21913	3134
SLU30	427	772	28382	21674	5768
SLU31	97	-699	28727	-2799	1146
SLU32	265	-689	28383	-3038	3781
SLU33	263	460	30081	10570	3190
SLU34	544	477	29509	10172	7581
SLU35	166	-417	30082	-4257	1997
SLU36	446	-400	29510	-4655	6388
SLU37	267	473	28866	17118	3234
SLU38	547	490	28294	16720	7626
SLU39	170	-404	28867	2291	2042
SLU40	450	-387	28295	1893	6433
SLV1	1391	190	19320	3435	14957
SLV2	1508	198	19081	3269	16786
SLV3	506	596	19311	8253	6516
SLV4	622	603	19073	8088	8345

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 29 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

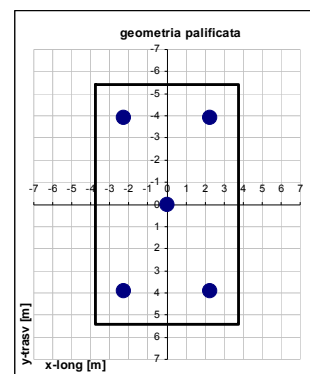
PILA 1 - Sollecitazione sulla palificata

comb	Fx	Fy	Fz	Mx	My
SLV5	502	188	19198	3384	5513
SLV6	619	195	18960	3218	7343
SLE-C1	164	306	22223	7213	1987
SLE-C2	304	315	21937	7014	4182
SLE-C3	99	-278	22224	-2672	1191
SLE-C4	239	-269	21938	-2871	3387
SLE-C5	158	295	17480	-912	1916
SLE-C6	299	303	17194	-1110	4112
SLE-C7	94	-290	17480	-10796	1121
SLE-C8	234	-281	17194	-10995	3317
SLE-F1	143	111	22224	3918	1722
SLE-F2	283	120	21938	3719	3917
SLE-F3	121	-83	22224	623	1456
SLE-F4	261	-75	21938	424	3652
SLE-F5	137	100	17480	-4207	1651
SLE-F6	277	108	17194	-4405	3847
SLE-F7	115	-95	17480	-7501	1386
SLE-F8	255	-86	17194	-7700	3582
SLE-QP1	122	12	19373	603	1467
SLE-QP2	239	20	19135	437	3296

La geometria della palificata è riportata ai fini del calcolo delle azioni (sforzo assiale e taglio) sui singoli pali:

Geometria della palificata n° 5 pali

PALO	X	Y	trasversale Jxi	longitudinale Jyi
1	-2.25	-3.825	14.63	5.06
2	-2.25	3.825	14.63	5.06
3	0.00	0.000	0.00	0.00
4	2.25	-3.825	14.63	5.06
5	2.25	3.825	14.63	5.06



PILA 1 - Azioni sui pali

PALO	SFORZO NORMALE N [kN]					TAGLIO [kN]		
	1	2	3	4	5	Vx	Vy	V
SLU1	5813	7271	6242	5213	6671	45	91	102
SLU2	6052	7480	6173	4867	6294	78	93	122
SLU3	6649	6170	6242	6314	5835	25	-84	88
SLU4	6889	6378	6173	5969	5458	59	-82	101
SLU5	4925	7525	5918	4311	6911	46	95	105
SLU6	5164	7733	5849	3966	6534	79	97	125
SLU7	5761	6423	5918	5413	6075	26	-80	85
SLU8	6001	6632	5850	5067	5698	60	-78	99
SLU9	5967	7345	5988	4631	6009	99	93	135
SLU10	6206	7554	5919	4285	5632	132	95	163

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 30 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

PILA 1 - Azioni sui pali

PALO	SFORZO NORMALE N [kN]					TAGLIO [kN]		
	1	2	3	4	5	Vx	Vy	V
SLU11	6803	6244	5988	5732	5173	79	-83	114
SLU12	7043	6452	5920	5387	4796	113	-81	139
SLU13	5301	7535	5745	3955	6189	99	95	138
SLU14	5540	7744	5676	3609	5812	133	97	165
SLU15	6137	6434	5745	5057	5353	80	-80	113
SLU16	6377	6642	5677	4711	4976	114	-78	138
SLU17	5606	6968	5988	5008	6370	45	91	102
SLU18	5846	7177	5919	4662	5993	78	93	122
SLU19	6443	5867	5988	6109	5534	25	-84	88
SLU20	6682	6075	5920	5764	5157	59	-82	101
SLU21	4940	7158	5745	4332	6550	45	94	104
SLU22	5180	7367	5676	3986	6173	79	96	124
SLU23	5777	6057	5745	5434	5714	26	-81	85
SLU24	6016	6265	5677	5088	5337	59	-79	99
SLU25	5327	7335	5988	4640	6649	51	150	158
SLU26	5567	7544	5919	4295	6272	85	152	174
SLU27	6721	5500	5988	6477	5255	19	-142	144
SLU28	6961	5708	5920	6131	4878	52	-140	150
SLU29	4661	7525	5745	3965	6829	52	152	161
SLU30	4901	7734	5676	3619	6452	85	154	176
SLU31	6056	5690	5745	5801	5435	19	-140	141
SLU32	6295	5898	5677	5455	5058	53	-138	148
SLU33	5680	7061	6016	4971	6353	53	92	106
SLU34	6079	7409	5902	4395	5724	109	95	145
SLU35	6516	5960	6016	6073	5516	33	-83	90
SLU36	6916	6307	5902	5496	4888	89	-80	120
SLU37	5014	7251	5773	4295	6533	53	95	109
SLU38	5413	7599	5659	3719	5904	109	98	147
SLU39	5851	6150	5773	5397	5696	34	-81	88
SLU40	6250	6498	5659	4821	5068	90	-77	119
SLV1	5301	5750	3864	1978	2427	278	38	281
SLV2	5468	5895	3816	1737	2165	302	40	304
SLV3	4047	5126	3862	2599	3678	101	119	156
SLV4	4213	5270	3815	2359	3416	124	121	173
SLV5	4231	4673	3840	3006	3448	100	38	107
SLV6	4398	4818	3792	2766	3186	124	39	130
SLE-C1	4194	5137	4445	3753	4695	33	61	69
SLE-C2	4394	5311	4387	3464	4381	61	63	88
SLE-C3	4752	4403	4445	4487	4138	20	-56	59
SLE-C4	4952	4576	4388	4199	3824	48	-54	72
SLE-C5	3769	3649	3496	3343	3223	32	59	67
SLE-C6	3968	3823	3439	3054	2909	60	61	85
SLE-C7	4326	2915	3496	4077	2666	19	-58	61
SLE-C8	4526	3089	3439	3789	2352	47	-56	73
SLE-F1	4380	4892	4445	3997	4510	29	22	36
SLE-F2	4580	5066	4388	3709	4195	57	24	61
SLE-F3	4566	4647	4445	4242	4324	24	-17	29
SLE-F4	4766	4821	4388	3954	4009	52	-15	54
SLE-F5	3954	3405	3496	3587	3038	27	20	34

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 31 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

PILA 1 - Azioni sui pali

PALO	SFORZO NORMALE N [kN]					TAGLIO [kN]		
	1	2	3	4	5	Vx	Vy	V
SLE-F6	4154	3578	3439	3299	2723	55	22	59
SLE-F7	4140	3160	3496	3832	2852	23	-19	30
SLE-F8	4340	3334	3439	3544	2538	51	-17	54
SLE-QP1	3998	4077	3875	3672	3751	24	2	24
SLE-QP2	4165	4222	3827	3432	3489	48	4	48

PILA 2 - Sollecitazione sulla palificata

comb	Fx	Fy	Fz	Mx	My
	kN	kN	kN	kNm	kNm
SLU1	138	724	41152	22825	3131
SLU2	194	740	41304	23310	4620
SLU3	92	-625	41141	-12727	2089
SLU4	149	-609	41293	-12242	3578
SLU5	142	746	38635	31457	3232
SLU6	198	763	38787	31942	4721
SLU7	97	-603	38625	-4095	2190
SLU8	153	-586	38777	-3611	3679
SLU9	323	727	39684	22216	7399
SLU10	379	743	39835	22700	8888
SLU11	277	-622	39673	-13337	6356
SLU12	334	-606	39825	-12852	7845
SLU13	326	743	37796	28689	7474
SLU14	382	760	37948	29174	8963
SLU15	281	-606	37786	-6863	6432
SLU16	337	-589	37937	-6378	7921
SLU17	137	719	39684	21991	3125
SLU18	194	735	39835	22476	4614
SLU19	92	-630	39673	-13561	2082
SLU20	148	-614	39825	-13076	3571
SLU21	141	735	37796	28465	3201
SLU22	197	752	37948	28950	4690
SLU23	95	-614	37786	-7087	2158
SLU24	152	-597	37937	-6603	3647
SLU25	152	1168	39687	33842	3472
SLU26	209	1184	39839	34327	4961
SLU27	77	-1080	39670	-25412	1735
SLU28	133	-1064	39821	-24927	3224
SLU29	156	1185	37800	40316	3548
SLU30	212	1201	37951	40801	5037
SLU31	80	-1063	37782	-18938	1810
SLU32	137	-1047	37934	-18453	3299
SLU33	151	724	39621	22251	3437
SLU34	245	751	39874	23059	5919
SLU35	106	-625	39611	-13302	2394
SLU36	199	-598	39864	-12494	4876
SLU37	154	741	37734	28724	3513
SLU38	248	768	37987	29532	5994

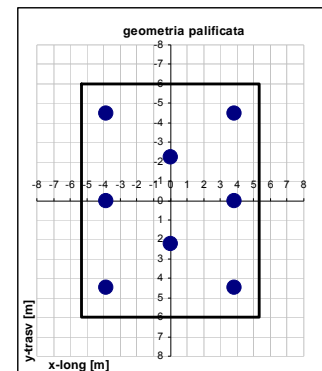
CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 32 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

SLU39	109	-608	37723	-6828	2470
SLU40	203	-581	37976	-6020	4952
SLV1	1067	234	26049	6623	21314
SLV2	1106	245	26154	6960	22348
SLV3	379	723	26042	16912	8470
SLV4	418	734	26148	17249	9504
SLV5	375	231	25892	6556	7637
SLV6	414	243	25998	6893	8671
SLE-C1	97	484	29370	15043	2200
SLE-C2	144	497	29497	15446	3441
SLE-C3	66	-416	29363	-8659	1505
SLE-C4	113	-402	29490	-8255	2746
SLE-C5	93	447	24243	6541	2116
SLE-C6	140	460	24369	6945	3357
SLE-C7	63	-452	24236	-17161	1421
SLE-C8	110	-439	24362	-16757	2662
SLE-F1	87	184	29368	7142	1969
SLE-F2	133	197	29495	7546	3210
SLE-F3	77	-116	29366	-758	1737
SLE-F4	123	-102	29492	-355	2978
SLE-F5	83	147	24240	-1360	1884
SLE-F6	130	161	24367	-956	3125
SLE-F7	73	-153	24238	-9260	1653
SLE-F8	120	-139	24365	-8856	2893
SLE-QP1	78	21	26117	1285	1774
SLE-QP2	117	32	26222	1621	2808

La geometria della palificata è riportata ai fini del calcolo delle azioni (sforzo assiale e taglio) sui singoli pali:

Geometria della palificata n° 8 pali

PALO	trasversale		longitudinale	
	X	Y	Jxi	Jyi
1	-3.83	-4.50	20.25	14.67
2	-3.83	4.50	20.25	14.67
3	-3.83	0.00	0.00	14.67
4	3.83	-4.50	20.25	14.67
5	3.83	4.50	20.25	14.67
6	3.83	0.00	0.00	14.67
7	0.00	2.25	5.06	0.00
8	0.00	-2.25	5.06	0.00



PILA 2 - Azioni sui pali

PALO	SFORZO NORMALE N [kN]								TAGLIO [kN]		
	1	2	3	4	5	6	7	8	Vx	Vy	V
SLU1	4153	6407	5280	3881	6135	5008	5708	4580	17	91	92
SLU2	4213	6515	5364	3811	6113	4962	5739	4587	24	93	96
SLU3	5862	4605	5234	5680	4423	5052	4828	5457	12	-78	79
SLU4	5922	4713	5317	5611	4401	5006	4859	5464	19	-76	78
SLU5	3417	6523	4970	3135	6242	4689	5606	4053	18	93	95
SLU6	3476	6631	5054	3066	6220	4643	5637	4060	25	95	98

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 33 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

PILA 2 - Azioni sui pali

PALO	SFORZO NORMALE N [kN]								TAGLIO [kN]		
	1	2	3	4	5	6	7	8	Vx	Vy	V
SLU7	5126	4721	4923	4935	4531	4733	4727	4929	12	-75	76
SLU8	5185	4829	5007	4865	4509	4687	4758	4936	19	-73	76
SLU9	4185	6379	5282	3541	5736	4639	5509	4412	40	91	99
SLU10	4245	6487	5366	3472	5714	4593	5540	4419	47	93	104
SLU11	5894	4577	5236	5341	4024	4683	4630	5288	35	-78	85
SLU12	5954	4685	5320	5271	4002	4637	4661	5295	42	-76	87
SLU13	3633	6467	5050	2983	5816	4399	5433	4016	41	93	101
SLU14	3693	6574	5134	2913	5794	4353	5464	4023	48	95	106
SLU15	5342	4664	5003	4782	4104	4443	4554	4893	35	-76	83
SLU16	5402	4772	5087	4712	4083	4397	4585	4900	42	-74	85
SLU17	4010	6182	5096	3738	5910	4824	5503	4417	17	90	91
SLU18	4070	6290	5180	3669	5889	4779	5534	4424	24	92	95
SLU19	5719	4380	5050	5538	4199	4869	4624	5294	12	-79	80
SLU20	5779	4488	5134	5468	4177	4823	4655	5301	19	-77	79
SLU21	3458	6269	4864	3180	5991	4585	5427	4022	18	92	94
SLU22	3518	6377	4948	3110	5969	4539	5458	4029	25	94	97
SLU23	5167	4467	4817	4979	4279	4629	4548	4898	12	-77	78
SLU24	5227	4575	4901	4910	4257	4583	4579	4905	19	-75	77
SLU25	3441	6783	5112	3139	6481	4810	5797	4125	19	146	147
SLU26	3501	6891	5196	3069	6459	4764	5827	4132	26	148	150
SLU27	6289	3779	5034	6138	3628	4883	4331	5586	10	-135	135
SLU28	6349	3887	5118	6068	3606	4837	4362	5593	17	-133	134
SLU29	2888	6870	4879	2580	6561	4571	5720	3729	19	148	149
SLU30	2948	6978	4963	2510	6540	4525	5751	3736	26	150	152
SLU31	5737	3866	4802	5579	3709	4644	4255	5190	10	-133	133
SLU32	5797	3974	4885	5509	3687	4598	4286	5197	17	-131	132
SLU33	4003	6201	5102	3704	5902	4803	5502	4403	19	91	93
SLU34	4103	6381	5242	3588	5865	4727	5554	4415	31	94	99
SLU35	5712	4399	5056	5504	4190	4847	4623	5280	13	-78	79
SLU36	5812	4578	5195	5388	4154	4771	4674	5291	25	-75	79
SLU37	3451	6288	4870	3145	5982	4564	5426	4007	19	93	95
SLU38	3551	6468	5009	3029	5946	4487	5478	4019	31	96	101
SLU39	5160	4486	4823	4945	4271	4608	4547	4884	14	-76	77
SLU40	5260	4665	4963	4829	4234	4532	4598	4896	25	-73	77
SLV1	3857	4511	4184	2002	2656	2329	3420	3093	133	29	136
SLV2	3898	4585	4242	1953	2641	2297	3441	3097	138	31	142
SLV3	2789	4459	3624	2052	3722	2887	3673	2838	47	90	102
SLV4	2830	4534	3682	2003	3707	2855	3694	2843	52	92	106
SLV5	3245	3893	3569	2580	3228	2904	3398	3075	47	29	55
SLV6	3287	3967	3627	2532	3213	2872	3420	3080	52	30	60
SLE-C1	3024	4510	3767	2833	4318	3576	4043	3300	12	60	62
SLE-C2	3074	4600	3837	2775	4300	3537	4069	3306	18	62	65
SLE-C3	4164	3308	3736	4033	3177	3605	3457	3884	8	-52	53
SLE-C4	4213	3398	3806	3974	3159	3567	3482	3890	14	-50	52
SLE-C5	2799	3445	3122	2615	3261	2938	3192	2869	12	56	57
SLE-C6	2849	3535	3192	2557	3243	2900	3218	2875	17	58	60
SLE-C7	3939	2244	3091	3815	2120	2968	2606	3453	8	-57	57
SLE-C8	3989	2334	3161	3757	2102	2929	2632	3459	14	-55	57
SLE-F1	3404	4109	3757	3233	3938	3585	3847	3495	11	23	25

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 34 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

PILA 2 - Azioni sui pali

PALO	SFORZO NORMALE N [kN]								TAGLIO [kN]		
	1	2	3	4	5	6	7	8	Vx	Vy	V
SLE-F2	3454	4199	3826	3175	3920	3547	3873	3501	17	25	30
SLE-F3	3784	3709	3746	3633	3558	3595	3652	3689	10	-14	17
SLE-F4	3834	3799	3816	3574	3539	3557	3678	3695	15	-13	20
SLE-F5	3179	3045	3112	3015	2881	2948	2996	3064	10	18	21
SLE-F6	3229	3135	3182	2957	2863	2910	3022	3069	16	20	26
SLE-F7	3559	2644	3102	3415	2501	2958	2801	3258	9	-19	21
SLE-F8	3609	2734	3171	3357	2482	2920	2827	3264	15	-17	23
SLE-QP1	3278	3405	3342	3124	3251	3187	3296	3233	10	3	10
SLE-QP2	3320	3480	3400	3076	3236	3156	3318	3238	15	4	15

PILA 3 - Sollecitazione sulla palificata

comb	Fx	Fy	Fz	Mx	My
	kN	kN	kN	kNm	kNm
SLU1	168	782	65405	30064	5398
SLU2	180	800	65348	30475	5858
SLU3	163	-631	65421	-18221	5248
SLU4	176	-612	65364	-17809	5708
SLU5	168	891	62711	39035	5414
SLU6	181	909	62654	39447	5874
SLU7	164	-522	62727	-9249	5264
SLU8	176	-503	62670	-8838	5724
SLU9	282	773	63445	29415	9123
SLU10	294	792	63388	29827	9583
SLU11	277	-640	63461	-18869	8973
SLU12	290	-621	63404	-18458	9433
SLU13	282	855	61424	36144	9135
SLU14	295	873	61367	36555	9595
SLU15	278	-558	61440	-12141	8985
SLU16	290	-539	61383	-11729	9445
SLU17	168	769	63445	29254	5397
SLU18	180	787	63388	29666	5857
SLU19	163	-644	63461	-19030	5247
SLU20	176	-625	63404	-18619	5707
SLU21	168	850	61424	35983	5409
SLU22	181	869	61367	36394	5869
SLU23	163	-562	61440	-12302	5259
SLU24	176	-544	61383	-11890	5719
SLU25	169	1239	63439	45349	5447
SLU26	182	1258	63383	45761	5906
SLU27	162	-1115	63466	-35125	5197
SLU28	174	-1096	63409	-34714	5657
SLU29	170	1321	61419	52078	5459
SLU30	182	1340	61362	52489	5918
SLU31	162	-1033	61445	-28396	5209
SLU32	175	-1014	61389	-27985	5669
SLU33	171	770	63468	29626	5498
SLU34	192	801	63373	30312	6264

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 35 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

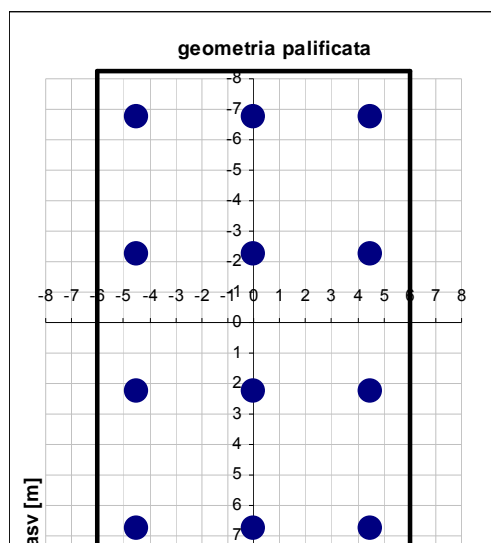
PILA 3 - Sollecitazione sulla palificata

comb	Fx	Fy	Fz	Mx	My
SLU35	166	-643	63484	-18658	5348
SLU36	187	-612	63390	-17973	6115
SLU37	171	852	61447	36355	5510
SLU38	192	883	61353	37040	6276
SLU39	167	-561	61464	-11930	5360
SLU40	188	-530	61369	-11244	6127
SLV1	675	168	42549	7153	20046
SLV2	684	181	42509	7439	20365
SLV3	285	497	42541	16834	9078
SLV4	294	510	42501	17119	9398
SLV5	281	162	42299	6921	8521
SLV6	289	175	42260	7207	8840
SLE-C1	113	517	47013	19983	3646
SLE-C2	124	533	46966	20326	4030
SLE-C3	110	-424	47024	-12207	3547
SLE-C4	121	-409	46976	-11864	3930
SLE-C5	113	399	39797	11401	3632
SLE-C6	123	414	39750	11743	4015
SLE-C7	110	-543	39808	-20789	3532
SLE-C8	120	-527	39760	-20446	3915
SLE-F1	112	204	47017	9253	3613
SLE-F2	123	219	46969	9596	3996
SLE-F3	111	-110	47020	-1477	3580
SLE-F4	122	-95	46973	-1134	3963
SLE-F5	112	85	39801	671	3599
SLE-F6	122	100	39753	1014	3982
SLE-F7	111	-229	39804	-10059	3565
SLE-F8	121	-213	39757	-9716	3948
SLE-QP1	111	17	42657	2012	3573
SLE-QP2	120	30	42618	2297	3892

La geometria della palificata è riportata ai fini del calcolo delle azioni (sforzo assiale e taglio) sui singoli pali:

Geometria della palificata n° 12 pali

PALO	trasversale		longitudinale	
	X	Y	Jxi	Jyi
1	-4.50	-6.75	45.56	20.25
2	-4.50	-2.25	5.06	20.25
3	-4.50	2.25	5.06	20.25
4	-4.50	6.75	45.56	20.25
5	0.00	-6.75	45.56	0.00
6	0.00	-2.25	5.06	0.00
7	0.00	2.25	5.06	0.00
8	0.00	6.75	45.56	0.00
9	4.50	-6.75	45.56	20.25
10	4.50	-2.25	5.06	20.25
11	4.50	2.25	5.06	20.25
12	4.50	6.75	45.56	20.25



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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 36 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

PILA 3 - Azioni sui pali

PALO	SFORZO NORMALE N [kN]												TAGLIO [kN]		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Vx	Vy	V
SLU1	4932	5378	5823	6268	4782	5228	5673	6119	4632	5078	5523	5968.6	13.973	65.141	66.623
SLU2	4931	5383	5834	6286	4768	5220	5671	6123	4606	5057	5509	5960.2	15.035	66.694	68.367
SLU3	6002	5733	5463	5193	5857	5587	5317	5047	5711	5441	5171	4901.1	13.591	-52.571	54.3
SLU4	6001	5738	5474	5210	5843	5579	5315	5051	5684	5420	5157	4892.7	14.653	-51.019	53.082
SLU5	4509	5087	5665	6244	4358	4937	5515	6093	4208	4786	5365	5943	14.014	74.22	75.531
SLU6	4508	5092	5677	6261	4345	4929	5513	6098	4181	4766	5350	5934.6	15.076	75.772	77.257
SLU7	5579	5442	5305	5168	5433	5296	5159	5022	5287	5150	5012	4875.5	13.632	-43.493	45.579
SLU8	5578	5447	5316	5185	5419	5288	5157	5026	5260	5129	4998	4867.1	14.694	-41.941	44.44
SLU9	4887	5323	5758	6194	4633	5069	5505	5941	4380	4816	5252	5687.3	23.477	64.411	68.556
SLU10	4886	5328	5769	6211	4620	5061	5503	5945	4353	4795	5237	5679	24.539	65.963	70.379
SLU11	5957	5677	5398	5118	5708	5428	5149	4869	5458	5179	4899	4619.8	23.095	-53.302	58.09
SLU12	5956	5682	5409	5136	5694	5420	5147	4873	5432	5158	4885	4611.5	24.157	-51.75	57.11
SLU13	4569	5105	5640	6176	4315	4851	5386	5922	4062	4597	5133	5668.1	23.507	71.22	74.999
SLU14	4568	5110	5651	6193	4302	4843	5385	5926	4035	4577	5118	5659.7	24.569	72.772	76.808
SLU15	5639	5460	5280	5100	5390	5210	5030	4850	5140	4960	4780	4600.6	23.125	-46.493	51.927
SLU16	5638	5465	5291	5117	5376	5202	5028	4855	5114	4940	4766	4592.2	24.188	-44.941	51.036
SLU17	4787	5220	5654	6087	4637	5070	5504	5937	4487	4920	5354	5787.3	13.97	64.053	65.559
SLU18	4786	5225	5665	6104	4623	5063	5502	5942	4460	4900	5339	5778.9	15.032	65.605	67.305
SLU19	5857	5575	5293	5011	5711	5429	5147	4866	5566	5284	5002	4719.8	13.588	-53.66	55.353
SLU20	5856	5580	5304	5028	5697	5422	5146	4870	5539	5263	4987	4711.4	14.65	-52.108	54.128
SLU21	4469	5002	5535	6069	4319	4852	5385	5918	4169	4702	5235	5768	14	70.862	72.232
SLU22	4468	5007	5547	6086	4305	4844	5384	5923	4142	4681	5220	5759.7	15.062	72.414	73.964
SLU23	5539	5357	5175	4993	5393	5211	5029	4847	5247	5065	4883	4700.6	13.618	-46.851	48.79
SLU24	5538	5362	5186	5010	5379	5203	5027	4851	5221	5044	4868	4692.2	14.681	-45.299	47.618
SLU25	4430	5102	5774	6446	4279	4951	5623	6294	4128	4799	5471	6143.1	14.097	103.29	104.25
SLU26	4429	5107	5785	6463	4265	4943	5621	6299	4101	4779	5457	6134.7	15.159	104.84	105.93
SLU27	6214	5693	5173	4653	6069	5549	5029	4508	5925	5405	4884	4363.9	13.461	-92.897	93.867
SLU28	6213	5698	5184	4670	6056	5541	5027	4513	5898	5384	4870	4355.6	14.523	-91.345	92.492
SLU29	4113	4884	5656	6427	3961	4732	5504	6276	3809	4581	5352	6123.9	14.127	110.1	111
SLU30	4111	4889	5667	6444	3947	4725	5502	6280	3783	4560	5338	6115.5	15.19	111.65	112.68
SLU31	5896	5476	5055	4634	5751	5331	4910	4489	5607	5186	4765	4344.7	13.491	-86.088	87.139
SLU32	5895	5480	5066	4651	5738	5323	4908	4494	5580	5166	4751	4336.4	14.553	-84.536	85.78
SLU33	4783	5222	5661	6100	4631	5070	5508	5947	4478	4917	5356	5794.7	14.228	64.162	65.721
SLU34	4782	5231	5680	6129	4608	5057	5506	5955	4434	4883	5332	5780.7	15.998	66.749	68.64
SLU35	5854	5577	5301	5024	5705	5429	5152	4876	5556	5280	5004	4727.2	13.846	-53.55	55.311
SLU36	5852	5585	5319	5053	5682	5416	5149	4883	5512	5246	4979	4713.2	15.617	-50.963	53.302
SLU37	4466	5004	5543	6082	4313	4851	5390	5929	4160	4698	5237	5775.4	14.259	70.971	72.389
SLU38	4464	5013	5561	6110	4290	4838	5387	5936	4115	4664	5213	5761.5	16.029	73.558	75.284
SLU39	5536	5359	5182	5006	5387	5210	5034	4857	5238	5061	4885	4708	13.877	-46.741	48.758
SLU40	5534	5368	5201	5034	5364	5197	5031	4864	5194	5027	4861	4694	15.647	-44.155	46.845
SLV1	3944	4050	4156	4262	3387	3493	3599	3705	2830	2936	3042	3147.9	56.287	14.031	58.01
SLV2	3943	4053	4163	4273	3377	3487	3598	3708	2811	2922	3032	3142.1	57.025	15.109	58.992
SLV3	3423	3673	3922	4171	3171	3420	3670	3919	2919	3168	3418	3667	23.741	41.408	47.731
SLV4	3422	3676	3930	4183	3161	3415	3669	3922	2900	3154	3408	3661.2	24.479	42.486	49.034
SLV5	3608	3710	3813	3915	3371	3474	3576	3679	3134	3237	3340	3442.1	23.379	13.471	26.982
SLV6	3607	3714	3821	3927	3361	3468	3575	3682	3116	3223	3329	3436.3	24.116	14.549	28.165
SLE-C1	3575	3871	4167	4463	3474	3770	4066	4362	3372	3668	3964	4260.5	9.437	43.12	44.141
SLE-C2	3574	3875	4176	4477	3462	3763	4064	4365	3350	3651	3952	4253.5	10.322	44.414	45.597

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 37 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

PILA 3 - Azioni sui pali

PALO	SFORZO NORMALE N [kN]												TAGLIO [kN]		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Vx	Vy	V
SLE-C3	4288	4108	3927	3746	4190	4009	3828	3647	4091	3911	3730	3548.9	9.1825	-35.355	36.528
SLE-C4	4287	4112	3936	3760	4178	4003	3827	3651	4069	3893	3718	3541.9	10.068	-34.061	35.518
SLE-C5	3164	3333	3502	3671	3063	3232	3401	3570	2962	3131	3300	3468.9	9.3996	33.239	34.542
SLE-C6	3163	3337	3511	3685	3052	3225	3399	3573	2940	3114	3288	3461.9	10.285	34.532	36.031
SLE-C7	3877	3569	3261	2953	3779	3471	3163	2855	3681	3373	3065	2757.2	9.1451	-45.236	46.151
SLE-C8	3876	3574	3271	2968	3768	3465	3162	2859	3659	3356	3053	2750.3	10.03	-43.943	45.073
SLE-F1	3813	3950	4087	4224	3712	3850	3987	4124	3612	3749	3886	4023.3	9.3522	16.962	19.369
SLE-F2	3812	3954	4096	4238	3701	3843	3985	4127	3590	3732	3874	4016.3	10.237	18.255	20.93
SLE-F3	4051	4029	4007	3985	3951	3929	3907	3886	3852	3830	3808	3786.1	9.2674	-9.1965	13.056
SLE-F4	4050	4033	4016	3999	3940	3923	3906	3889	3830	3813	3796	3779.1	10.153	-7.903	12.866
SLE-F5	3402	3412	3422	3432	3302	3312	3322	3332	3202	3212	3222	3231.7	9.3148	7.0805	11.7
SLE-F6	3401	3416	3431	3446	3290	3305	3320	3335	3180	3195	3210	3224.7	10.2	8.374	13.197
SLE-F7	3640	3491	3342	3193	3541	3392	3243	3093	3442	3292	3143	2994.4	9.2299	-19.078	21.193
SLE-F8	3639	3495	3351	3207	3529	3385	3241	3097	3419	3275	3131	2987.5	10.115	-17.784	20.46
SLE-QP1	3609	3639	3669	3699	3510	3540	3570	3599	3411	3441	3470	3500.2	9.2486	1.441	9.3602
SLE-QP2	3609	3643	3677	3711	3500	3534	3568	3603	3392	3426	3460	3494.4	9.9862	2.5189	10.299

PILA 4 - Sollecitazione sulla palificata

comb	Fx	Fy	Fz	Mx	My
	kN	kN	kN	kNm	kNm
SLU1	277	809	59616	29206	6974
SLU2	395	828	59251	29176	10373
SLU3	203	-697	59621	-14026	5076
SLU4	320	-678	59256	-14056	8475
SLU5	286	873	57099	40631	7199
SLU6	404	892	56734	40601	10598
SLU7	212	-633	57104	-2601	5301
SLU8	329	-615	56739	-2631	8700
SLU9	443	800	57630	28160	11189
SLU10	561	819	57266	28130	14588
SLU11	368	-706	57635	-15072	9291
SLU12	486	-688	57270	-15102	12690
SLU13	449	848	55743	36729	11357
SLU14	567	867	55378	36699	14756
SLU15	375	-658	55748	-6503	9460
SLU16	493	-640	55383	-6533	12859
SLU17	277	800	57630	28156	6959
SLU18	394	819	57265	28126	10358
SLU19	202	-706	57635	-15076	5061
SLU20	320	-688	57270	-15105	8460
SLU21	283	848	55743	36725	7128
SLU22	401	867	55378	36695	10527
SLU23	209	-659	55748	-6507	5230
SLU24	327	-640	55383	-6536	8629
SLU25	302	1302	57629	42567	7591
SLU26	419	1321	57264	42537	10991
SLU27	177	-1209	57637	-29486	4429

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 38 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

PILA 4 - Sollecitazione sulla palificata

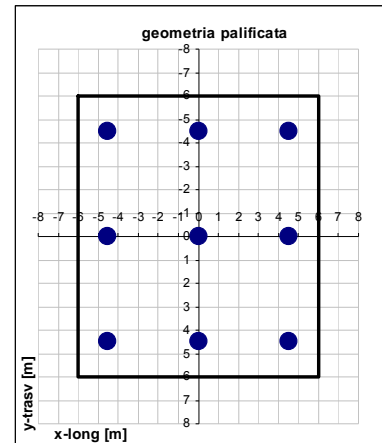
comb	Fx	Fy	Fz	Mx	My
	kN	kN	kN	kNm	kNm
SLU28	295	-1190	57272	-29516	7828
SLU29	308	1350	55741	51136	7760
SLU30	426	1369	55376	51106	11159
SLU31	184	-1161	55749	-20917	4597
SLU32	302	-1142	55384	-20947	7997
SLU33	305	803	57780	28578	7683
SLU34	501	834	57172	28529	13348
SLU35	231	-704	57785	-14653	5785
SLU36	427	-672	57177	-14703	11451
SLU37	312	851	55892	37147	7852
SLU38	508	882	55284	37098	13517
SLU39	237	-656	55897	-6084	5954
SLU40	433	-625	55289	-6134	11619
SLV1	959	236	38174	8571	22080
SLV2	1040	249	37921	8550	24440
SLV3	418	656	38159	17914	10451
SLV4	500	669	37906	17893	12812
SLV5	403	209	37926	7796	9519
SLV6	485	222	37672	7775	11880
SLE-C1	196	537	42725	19367	4922
SLE-C2	294	553	42421	19342	7755
SLE-C3	146	-467	42728	-9454	3657
SLE-C4	244	-451	42424	-9479	6490
SLE-C5	188	461	35299	8355	4730
SLE-C6	286	476	34995	8330	7563
SLE-C7	138	-544	35303	-20466	3465
SLE-C8	236	-528	34999	-20491	6298
SLE-F1	179	203	42726	9760	4500
SLE-F2	277	218	42422	9735	7333
SLE-F3	162	-132	42727	153	4079
SLE-F4	261	-117	42423	128	6911
SLE-F5	171	126	35301	-1252	4309
SLE-F6	270	142	34996	-1277	7141
SLE-F7	155	-209	35302	-10859	3887
SLE-F8	253	-193	34998	-10884	6720
SLE-QP1	163	14	38283	2536	4105
SLE-QP2	245	27	38030	2515	6466

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 39 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

La geometria della palificata è riportata ai fini del calcolo delle azioni (sforzo assiale e taglio) sui singoli pali:

Geometria della palificata n° 9 pali

PALO			trasversale	longitudinale
	X	Y	Jxi	Jyi
1	-4.50	-4.50	20.25	20.25
2	-4.50	0.00	0.00	20.25
3	-4.50	4.50	20.25	20.25
4	0.00	-4.50	20.25	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	4.50	20.25	0.00
7	4.50	-4.50	20.25	20.25
8	4.50	0.00	0.00	20.25
9	4.50	4.50	20.25	20.25



PILA 4 - Azioni sui pali

PALO	SFORZO NORMALE N [kN]									TAGLIO [kN]		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Vx	Vy	V
SLU1	5801	6882	7964	5542	6624	7706	5284	6366	7447	30.808	89.934	95.064
SLU2	5887	6968	8048	5503	6583	7664	5119	6199	7280	43.893	92.013	101.95
SLU3	7332	6813	6293	7144	6625	6105	6956	6437	5917	22.526	-77.459	80.668
SLU4	7418	6898	6377	7105	6584	6063	6791	6270	5749	35.611	-75.38	83.368
SLU5	5106	6611	8116	4839	6344	7849	4573	6078	7583	31.789	97.018	102.09
SLU6	5193	6696	8200	4800	6304	7808	4407	5911	7415	44.874	99.098	108.78
SLU7	6638	6541	6445	6441	6345	6249	6245	6149	6052	23.508	-70.375	74.197
SLU8	6724	6627	6529	6402	6304	6207	6079	5982	5885	36.592	-68.295	77.481
SLU9	5775	6818	7861	5360	6403	7446	4946	5989	7032	49.201	88.921	101.63
SLU10	5861	6903	7945	5321	6363	7405	4781	5823	6864	62.286	91	110.27
SLU11	7306	6748	6190	6962	6404	5846	6618	6060	5502	40.92	-78.472	88.5
SLU12	7393	6833	6274	6923	6363	5804	6453	5893	5334	54.004	-76.393	93.554
SLU13	5254	6614	7975	4833	6194	7554	4413	5773	7133	49.937	94.234	106.65
SLU14	5340	6700	8059	4794	6153	7512	4247	5607	6966	63.022	96.314	115.1
SLU15	6785	6545	6304	6435	6194	5953	6085	5844	5603	41.656	-73.159	84.187
SLU16	6872	6630	6388	6396	6154	5912	5919	5677	5435	54.74	-71.079	89.715
SLU17	5618	6661	7704	5361	6403	7446	5103	6146	7188	30.743	88.904	94.069
SLU18	5705	6746	7788	5321	6363	7405	4937	5979	7021	43.827	90.984	100.99
SLU19	7150	6591	6033	6962	6404	5846	6775	6216	5658	22.461	-78.489	81.64
SLU20	7236	6677	6117	6923	6363	5804	6609	6050	5491	35.545	-76.409	84.273
SLU21	5097	6458	7818	4833	6194	7554	4569	5930	7290	31.479	94.217	99.337
SLU22	5184	6543	7902	4794	6153	7512	4404	5763	7122	44.563	96.297	106.11
SLU23	6629	6388	6147	6435	6194	5953	6241	6000	5759	23.197	-73.176	76.764
SLU24	6715	6473	6231	6396	6154	5912	6076	5834	5592	36.281	-71.096	79.819
SLU25	5108	6684	8261	4827	6403	7980	4545	6122	7699	33.503	144.7	148.53
SLU26	5194	6770	8345	4787	6363	7938	4380	5956	7531	46.588	146.78	154
SLU27	7660	6568	5476	7496	6404	5312	7332	6240	5148	19.7	-134.29	135.72
SLU28	7747	6653	5560	7457	6364	5270	7167	6074	4980	32.785	-132.21	136.21
SLU29	4587	6481	8375	4300	6193	8087	4012	5906	7800	34.239	150.01	153.87
SLU30	4673	6566	8459	4260	6153	8046	3847	5740	7632	47.324	152.09	159.29
SLU31	7139	6365	5590	6969	6194	5420	6799	6024	5249	20.436	-128.97	130.58
SLU32	7226	6450	5674	6930	6154	5378	6633	5858	5082	33.521	-126.89	131.25

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 40 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

SLU33	5646	6705	7763	5362	6420	7478	5077	6135	7194	33.902	89.206	95.431
SLU34	5790	6847	7903	5296	6352	7409	4801	5858	6915	55.71	92.672	108.13
SLU35	7178	6635	6092	6963	6421	5878	6749	6206	5664	25.621	-78.187	82.278
SLU36	7322	6777	6233	6898	6353	5808	6473	5929	5384	47.428	-74.721	88.503
SLU37	5125	6501	7877	4834	6210	7586	4544	5919	7295	34.638	94.519	100.67
SLU38	5269	6643	8017	4769	6143	7517	4268	5642	7016	56.446	97.985	113.08
SLU39	6657	6431	6206	6436	6211	5985	6216	5990	5765	26.357	-72.874	77.494
SLU40	6801	6574	6346	6370	6143	5916	5940	5713	5486	48.164	-69.408	84.482
SLV1	4742	5059	5377	3924	4242	4559	3106	3424	3741	106.51	26.243	109.7
SLV2	4802	5119	5435	3897	4213	4530	2992	3308	3625	115.6	27.688	118.87
SLV3	3964	4627	5290	3576	4240	4903	3189	3853	4516	46.441	72.902	86.437
SLV4	4024	4686	5349	3549	4212	4874	3075	3737	4400	55.528	74.346	92.793
SLV5	4278	4567	4855	3925	4214	4503	3573	3861	4150	44.794	23.243	50.466
SLV6	4338	4626	4914	3898	4186	4474	3458	3746	4034	53.881	24.687	59.267
SLE-C1	4212	4930	5647	4030	4747	5464	3848	4565	5282	21.729	59.716	63.547
SLE-C2	4284	5001	5717	3997	4713	5430	3710	4426	5143	32.633	61.449	69.577
SLE-C3	5233	4883	4533	5098	4748	4397	4962	4612	4262	16.208	-51.879	54.352
SLE-C4	5305	4954	4603	5065	4714	4363	4825	4473	4122	27.112	-50.146	57.006
SLE-C5	3788	4097	4407	3613	3922	4232	3438	3747	4056	20.893	51.204	55.302
SLE-C6	3860	4168	4477	3580	3888	4197	3300	3608	3917	31.797	52.937	61.752
SLE-C7	4809	4051	3293	4681	3923	3165	4552	3794	3036	15.372	-60.391	62.317
SLE-C8	4881	4122	3363	4648	3889	3130	4414	3655	2897	26.276	-58.658	64.275
SLE-F1	4553	4914	5275	4386	4747	5109	4219	4581	4942	19.889	22.518	30.043
SLE-F2	4625	4985	5346	4353	4714	5074	4081	4442	4803	30.792	24.251	39.195
SLE-F3	4893	4899	4904	4742	4747	4753	4591	4596	4602	18.048	-14.681	23.265
SLE-F4	4965	4970	4974	4709	4714	4718	4453	4458	4462	28.952	-12.948	31.715
SLE-F5	4128	4082	4035	3969	3922	3876	3809	3763	3716	19.053	14.005	23.646
SLE-F6	4200	4153	4106	3936	3888	3841	3671	3624	3577	29.956	15.738	33.839
SLE-F7	4469	4066	3664	4325	3922	3520	4181	3778	3376	17.212	-23.193	28.882
SLE-F8	4541	4137	3734	4292	3889	3486	4043	3640	3237	28.116	-21.46	35.37
SLE-QP1	4312	4406	4500	4160	4254	4348	4008	4102	4196	18.165	1.5674	18.232
SLE-QP2	4372	4465	4558	4132	4226	4319	3893	3986	4079	27.251	3.0115	27.417

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 41 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

Si riporta ora un prospetto riepilogativo delle sollecitazioni più significative agenti sui pali agli stati limite considerati:

STATICA-SLU

	Nmax	Nmin	Nmedio	Vmax
P01	7744	3609	6242	176
P02	6978	2510	5163	152
P03	6463	3783	5452	113
P04	8459	3847	6625	159
max/min	8459	3847	6625	176

SISMICA-SLV

	Nmax	Nmin	Nmedio	Vmax
P01	5895	1737	3864	304
P02	4585	1953	3269	142
P03	4273	2811	3546	59
P04	5435	2992	4242	119
max/min	5895	2992	4242	304

SLE_Caratteristica

	Nmax	Nmin	Vmax
P01	5311	2352	88
P02	4600	2102	65
P03	4477	2750	46
P04	5717	2897	70
max/min	5717	2102	88

SLE_Frequente

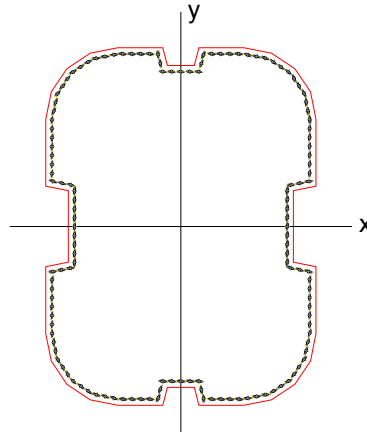
	Nmax	Nmin	Vmax
P01	5066	2538	61
P02	4199	2482	30
P03	4238	2987	21
P04	5346	3237	39
max/min	5346	2482	61

SLE_Quasi Permanente

	Nmax	Nmin	Vmax
P01	4222	3432	48
P02	3480	3076	15
P03	3711	3392	10
P04	4558	3893	27
max/min	4558	3076	48

4 VERIFICA DEL FUSTO DELLE PILE

La sezione tipo del fusto pile è rappresentata nella figura seguente. Attraverso diverse analisi di predimensionamento si è scelto di armare longitudinalmente il fusto delle pile con 136 ferri posti ad interasse 10 cm. Le differenziazioni delle armature per le pile avvengono solo a livello dei diametri adottati: $\Phi 18$ per la pila 01, $\Phi 20$ per la pila 02, $\Phi 26$ per la pila 03 e $\Phi 24$ per la pila 04.



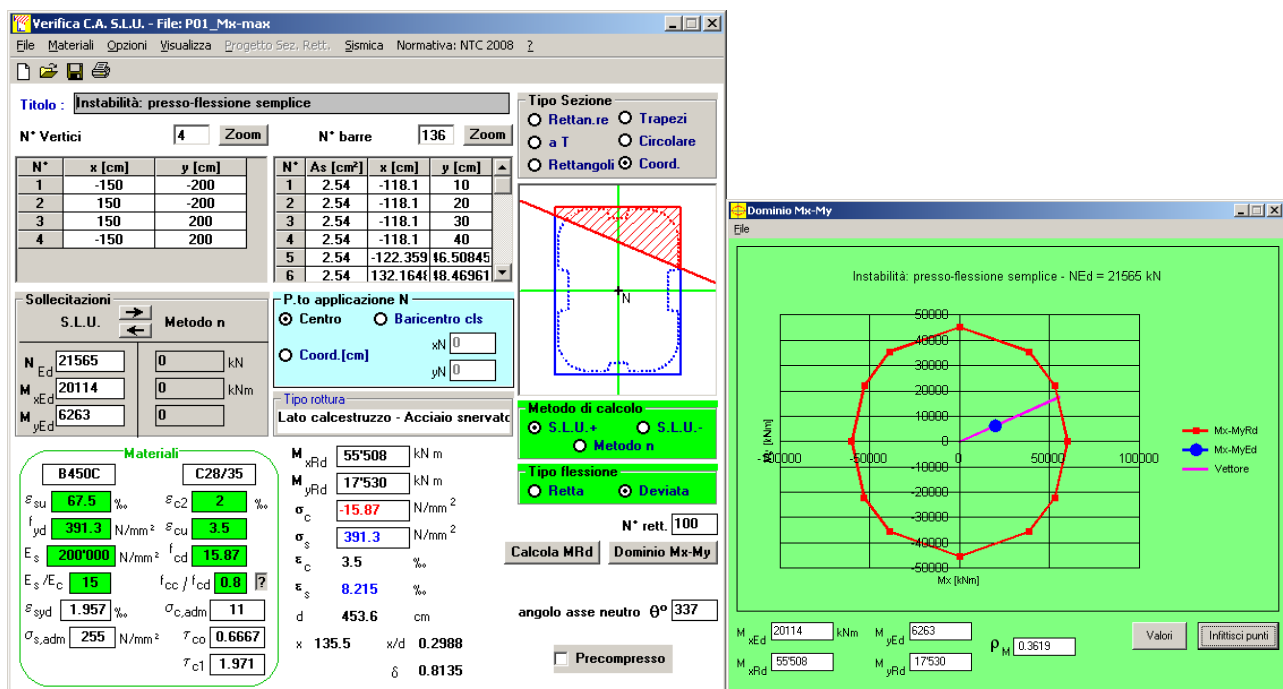
4.1 S.L.U. – RESISTENZA: PRESSO-FLESSIONE

Sulla base delle sollecitazioni ottenute si sono condotte le verifiche di resistenza a presso-flessione deviata nelle condizioni di massimo momento trasversale, massimo momento longitudinale e minimo sforzo assiale, utilizzando il programma V.C.A.S.L.U.

Si riporta di seguito l'output delle verifiche:

PILA 01

massimo momento trasversale



massimo momento longitudinale

Verifica C.A. S.L.U. - File: P01_My-max

Titolo: Instabilità: presso-flessione semplice

N° Vertici: 4 N° barre: 136

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	-150	-200	1	2.54	-118.1	10
2	150	-200	2	2.54	-118.1	20
3	150	200	3	2.54	-118.1	30
4	-150	200	4	2.54	-118.1	40
			5	2.54	-122.359	16.50845
			6	2.54	132.164	18.46961

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 14032 kN
 M_{xEd}: 3032 kNm
 M_{yEd}: 20158 kNm

Materiali: B450C, C28/35

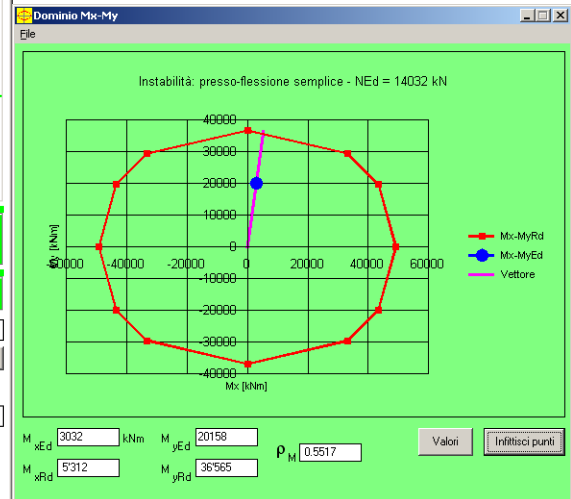
Metodo di calcolo: S.L.U. + S.L.U. - Metodo n

Tipo rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M_{xRd}: 3'526 kNm
 M_{yRd}: 36'689 kNm
 σ_c: -15.87 N/mm²
 σ_s: 391.3 N/mm²
 ε_c: 3.5 ‰
 ε_s: 19.06 ‰
 d: 304.1 cm
 x: 47.18 x/d: 0.1551
 δ: 0.7

angolo asse neutro θ°: 272

Precompresso:



minimo sforzo assiale

Verifica C.A. S.L.U. - File: P01_N-min

Titolo: Instabilità: presso-flessione deviata

N° Vertici: 4 N° barre: 136

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	-150	-200	1	2.54	-118.1	10
2	150	-200	2	2.54	-118.1	20
3	150	200	3	2.54	-118.1	30
4	-150	200	4	2.54	-118.1	40
			5	2.54	-122.359	16.50845
			6	2.54	132.164	18.46961

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 13911 kN
 M_{xEd}: 2988 kNm
 M_{yEd}: 8493 kNm

Materiali: B450C, C28/35

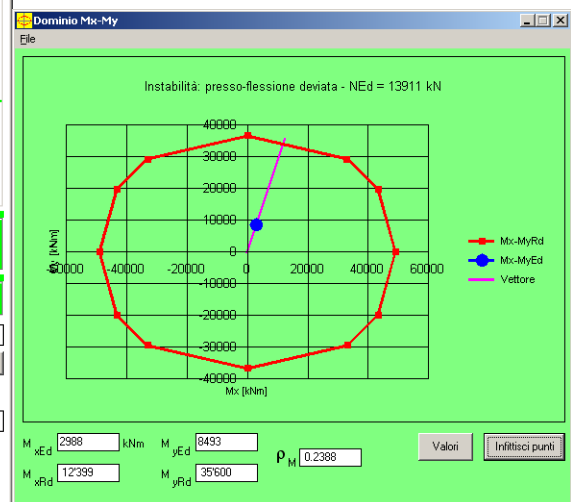
Metodo di calcolo: S.L.U. + S.L.U. - Metodo n

Tipo rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M_{xRd}: 10'714 kNm
 M_{yRd}: 35'835 kNm
 σ_c: -15.87 N/mm²
 σ_s: 391.3 N/mm²
 ε_c: 3.5 ‰
 ε_s: 14.23 ‰
 d: 325.2 cm
 x: 64.21 x/d: 0.1974
 δ: 0.7

angolo asse neutro θ°: 276

Precompresso:



PILA 02

massimo momento trasversale

Verifica C.A. S.L.U. - File: P02_Mx-max

Titolo: **Instabilità: presso-flessione semplice**

N° Vertici: 4 N° barre: 136

N°	x [cm]	y [cm]
1	-150	-200
2	150	-200
3	150	200
4	-150	200

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	3.14	-118.1	10
2	3.14	-118.1	20
3	3.14	-118.1	30
4	3.14	-118.1	40
5	3.14	-122.359	16.50845
6	3.14	132.164	18.46961

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 26416 kN
 M_{xEd}: 37715 kNm
 M_{yEd}: 5375 kNm

Materiali: B450C, C28/35

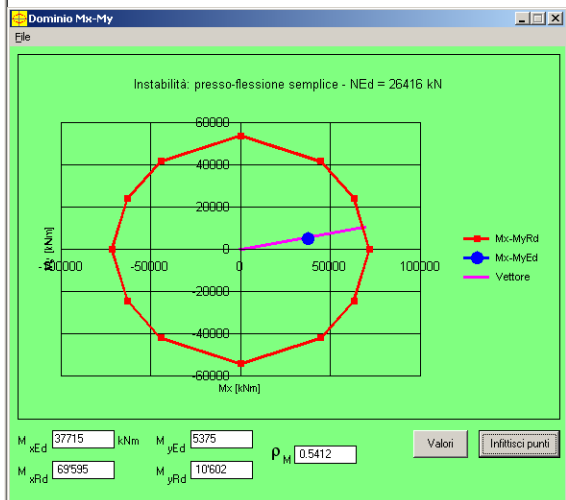
Metodo di calcolo: S.L.U. + Metodo n

Tipo flessione: Retta

Calcola MRd Dominio Mx-My

angolo asse neutro θ°: 347

Precompresso:



massimo momento longitudinale

Verifica C.A. S.L.U. - File: P02_My-max

Titolo: **Instabilità: presso-flessione deviata semplificata (Mrdx)**

N° Vertici: 4 N° barre: 136

N°	x [cm]	y [cm]
1	-150	-200
2	150	-200
3	150	200
4	-150	200

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	3.14	-118.1	10
2	3.14	-118.1	20
3	3.14	-118.1	30
4	3.14	-118.1	40
5	3.14	-122.359	16.50845
6	3.14	132.164	18.46961

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 17609 kN
 M_{xEd}: 6289 kNm
 M_{yEd}: 24979 kNm

Materiali: B450C, C28/35

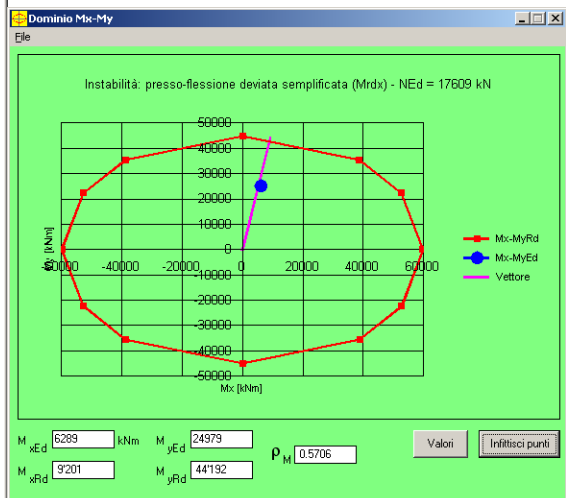
Metodo di calcolo: S.L.U. + Metodo n

Tipo flessione: Deviate

Calcola MRd Dominio Mx-My

angolo asse neutro θ°: 275

Precompresso:



minimo sforzo assiale

Verifica C.A. S.L.U. - File: P02_N-min

Titolo: **Instabilità: presso-flessione deviata**

N° Vertici: 4 N° barre: 136

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	-150	-200	1	3.14	-118.1	10
2	150	-200	2	3.14	-118.1	20
3	150	200	3	3.14	-118.1	30
4	-150	200	4	3.14	-118.1	40
			5	3.14	-122.359	16.50845
			6	3.14	132.164	18.46961

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 17347 kN
 M_{xEd}: 5978 kNm
 M_{yEd}: 8574 kNm

P.to applicazione N: Centro

Materiali: B450C, C28/35

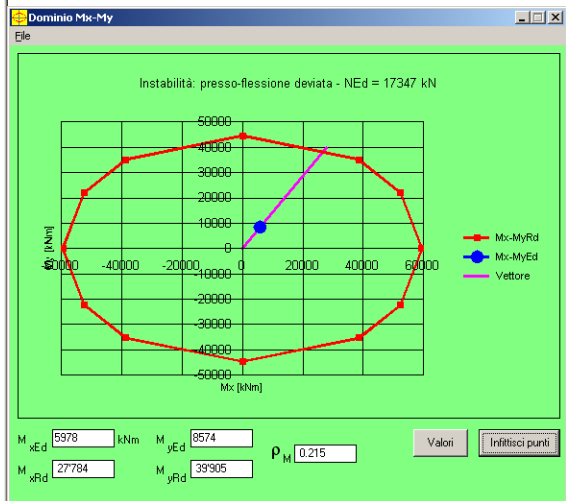
Metodo di calcolo: S.L.U. + Metodo n

Tipo flessione: Retta

Calcola MRd Dominio Mx-My

angolo asse neutro θ°: 286

Precompresso



PILA 03

massimo momento trasversale

Verifica C.A. S.L.U. - File: P03_Mx-max

Titolo: **Instabilità: presso-flessione semplice**

N° Vertici: 4 N° barre: 136

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	-150	-200	1	5.31	-118.1	10
2	150	-200	2	5.31	-118.1	20
3	150	200	3	5.31	-118.1	30
4	-150	200	4	5.31	-118.1	40
			5	5.31	-122.359	16.50845
			6	5.31	132.164	18.46961

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 42833 kN
 M_{xEd}: 49245 kNm
 M_{yEd}: 6331 kNm

P.to applicazione N: Centro

Materiali: B450C, C28/35

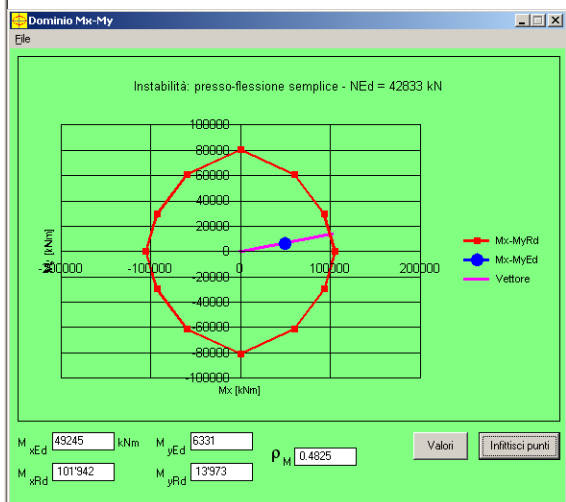
Metodo di calcolo: S.L.U. + Metodo n

Tipo flessione: Retta

Calcola MRd Dominio Mx-My

angolo asse neutro θ°: 345

Precompresso



massimo momento longitudinale

Verifica C.A. S.L.U. - File: P03_My-max

Titolo: Instabilità: presso-flessione deviata semplificata (Mrdx)

N° Vertici: 4 N° barre: 136

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	-150	-200	1	5.31	-118.1	10
2	150	-200	2	5.31	-118.1	20
3	150	200	3	5.31	-118.1	30
4	-150	200	4	5.31	-118.1	40
			5	5.31	-122.359	16.50845
			6	5.31	132.164	18.46961

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 28784 kN
 M_{xEd}: 7059 kNm
 M_{yEd}: 22046 kNm

P.to applicazione N: Centro

Materiali: B450C, C28/35

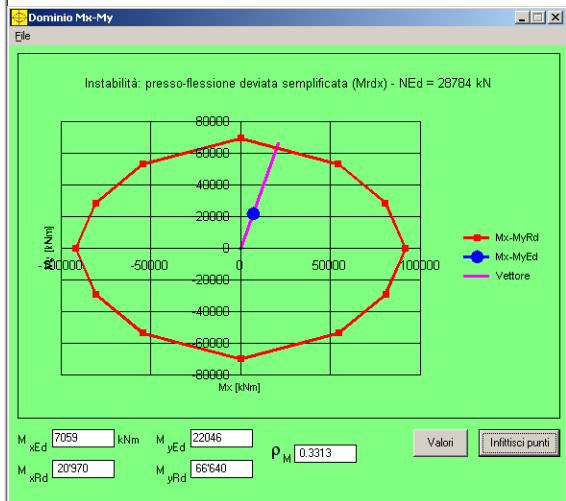
Metodo di calcolo: S.L.U. + Metodo n

Tipo flessione: Retta

Calcola MRd Dominio Mx-My

angolo asse neutro θ°: 279

Precompresso:



minimo sforzo assiale

Verifica C.A. S.L.U. - File: P03_N-min

Titolo: Instabilità: presso-flessione deviata

N° Vertici: 4 N° barre: 136

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	-150	-200	1	5.31	-118.1	10
2	150	-200	2	5.31	-118.1	20
3	150	200	3	5.31	-118.1	30
4	-150	200	4	5.31	-118.1	40
			5	5.31	-122.359	16.50845
			6	5.31	132.164	18.46961

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 28535 kN
 M_{xEd}: 6844 kNm
 M_{yEd}: 9533 kNm

P.to applicazione N: Centro

Materiali: B450C, C28/35

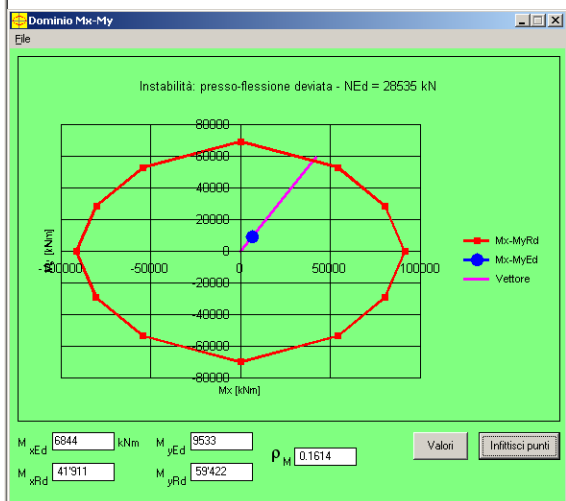
Metodo di calcolo: S.L.U. + Metodo n

Tipo flessione: Retta

Calcola MRd Dominio Mx-My

angolo asse neutro θ°: 290

Precompresso:



PILA 04

massimo momento trasversale

Verifica C.A. S.L.U. - File: P04_Mx-max

Titolo: **Instabilità: presso-flessione semplice**

N° Vertici: 4 N° barre: 136

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	-150	-200	1	4.52	-118.1	10
2	150	-200	2	4.52	-118.1	20
3	150	200	3	4.52	-118.1	30
4	-150	200	4	4.52	-118.1	40
			5	4.52	-122.359	16.50845
			6	4.52	132.1644	18.46961

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 42226 kN
 M_{xEd}: 48091 kNm
 M_{yEd}: 11823 kNm

Materiali: B450C, C28/35

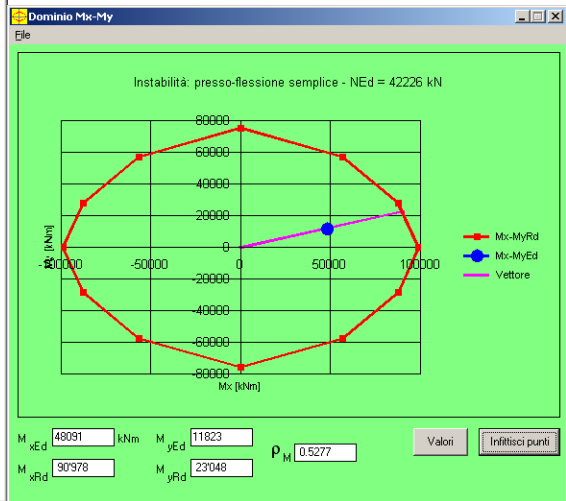
Metodo di calcolo: S.L.U. + S.L.U. - Metodo n

Tipo flessione: Retta

Calcola MRd Dominio Mx-My

angolo asse neutro θ°: 335

Precompresso:



massimo momento longitudinale

Verifica C.A. S.L.U. - File: P04_My-max

Titolo: **Instabilità: presso-flessione deviata semplificata (Mrdx)**

N° Vertici: 4 N° barre: 136

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	-150	-200	1	4.52	-118.1	10
2	150	-200	2	4.52	-118.1	20
3	150	200	3	4.52	-118.1	30
4	-150	200	4	4.52	-118.1	40
			5	4.52	-122.359	16.50845
			6	4.52	132.1644	18.46961

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 28180 kN
 M_{xEd}: 8210 kNm
 M_{yEd}: 26763 kNm

Materiali: B450C, C28/35

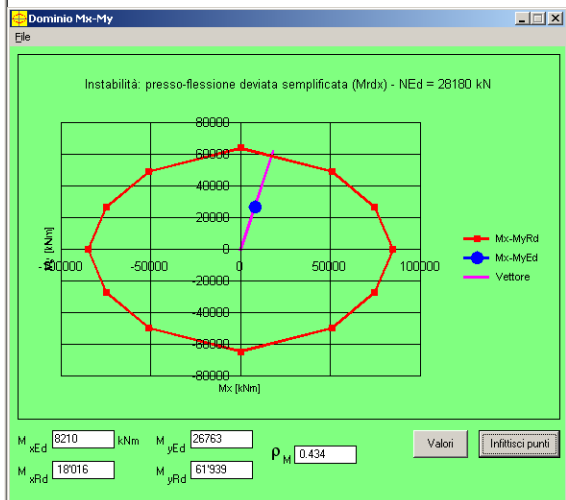
Metodo di calcolo: S.L.U. + S.L.U. - Metodo n

Tipo flessione: Deviate

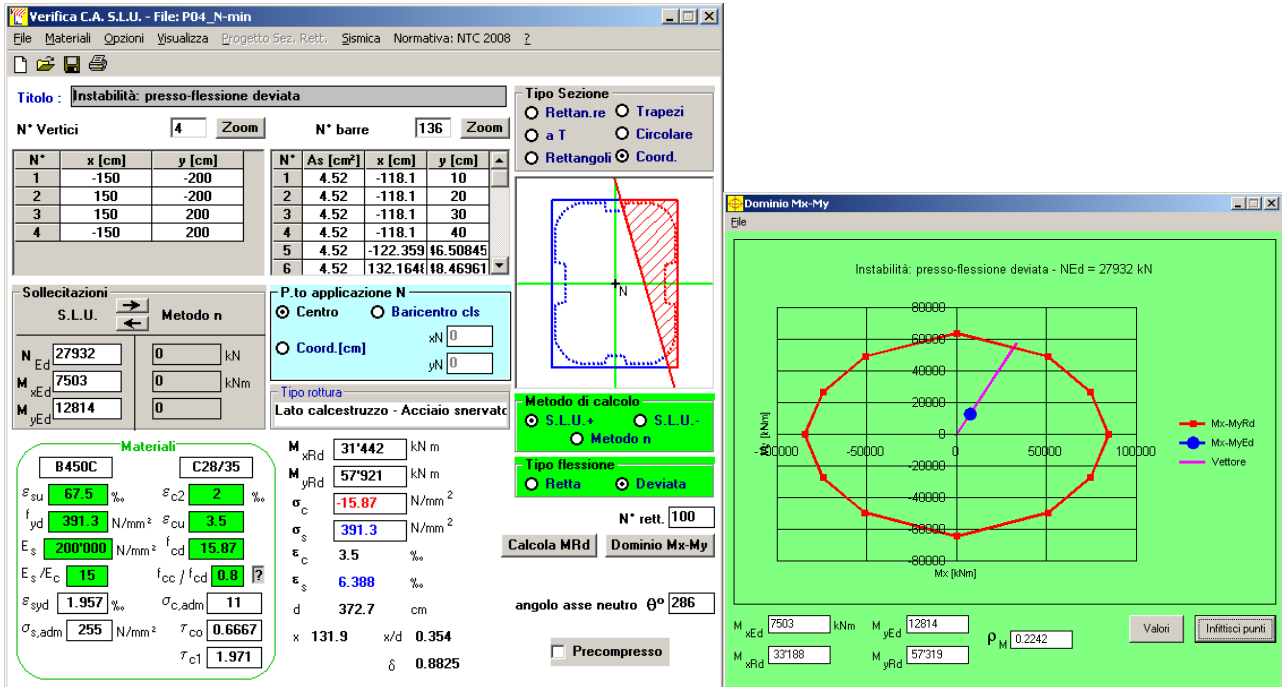
Calcola MRd Dominio Mx-My

angolo asse neutro θ°: 279

Precompresso:

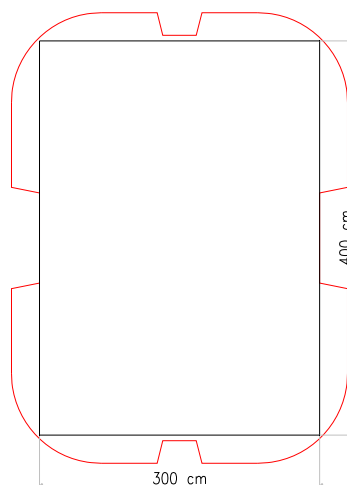


minimo sforzo assiale



4.2 S.L.U. – RESISTENZA: TAGLIO

Le verifiche alle tensioni tangenziali vengono effettuate nelle due combinazioni che massimizzano rispettivamente il taglio longitudinale ed il taglio trasversale, con i valori di sforzo assiale associati a tali combinazioni. Per le verifiche di taglio si fa riferimento a quanto prescritto nel paragrafo 4.1.2.1.3 delle norme tecniche per le costruzioni. A vantaggio di statica, per il calcolo del taglio resistente, ci si riferisce ad una sezione rettangolare ideale di calcestruzzo iscritta all'interno della sezione reale della pila. La verifica a taglio viene eseguita nella sezione più sfavorevole per tutte le pile, che risulta essere quella all'estradosso del plinto di fondazione. La verifica condotta è riportata nel foglio di calcolo seguente, dal quale si evince che il taglio resistente del solo calcestruzzo risulta essere maggiore della sollecitazione di progetto e non risulterebbe quindi necessario disporre armatura 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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 49 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

PILA 01

	V long	V trasv		
Sollecitazioni				
V	=	1507.6	771.6	kN
N	=	14031.8	21565.4	kN
				taglio
				sforzo normale (>0 compressione)
Geometria				
B	=	3600	2500	mm
H	=	3000	4000	mm
d	=	2950	3950	mm
				larghezza sezione
				altezza sezione
				altezza utile
Materiali				
R _{ck}	=	35	35	
f _{ck}	=	29.05	29.05	MPa
γ _c	=	1.50	1.50	
α _{cc}	=	0.85	0.85	
f _{cd}	=	16.46	16.46	MPa
f' _{cd}	=	8.23	8.23	MPa
γ _s	=	1.15	1.15	
f _{yk}	=	450.0	450.0	MPa
f _{yd}	=	391.3	391.3	MPa
				resistenza caratteristica cubica
				resistenza caratteristica cilindrica
				coefficiente parziale di sicurezza
				coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
				resistenza di calcolo a compressione
				resistenza ridotta
				coefficiente di sicurezza acciaio
				tensione caratteristica di snervamento acciaio
				tensione di snervamento di calcolo dell'acciaio

Verifica per elementi sprovvisti di armatura a taglio

A _{sl}	=	34608	34608	mm ²	armatura longitudinale
ρ _l	=	0.003	0.004		rapporto geometrico di armatura longitudinale
k	=	1.260	1.225		
V _{min}	=	0.267	0.256		
σ _{cp}	=	1.30	2.16	MPa	tensione media calcestruzzo
σ _{cp,ad}	=	1.30	2.16	MPa	tensione media di compressione adottata (<=0.2fcd)
V _{Rd}	=	5467.6	6340.6	kN	taglio resistente
FS	=	3.63	8.22		

PILA 02

	V long	V trasv		
Sollecitazioni				
V	=	1105.7	1201.2	kN
N	=	17609.3	26415.5	kN
				taglio
				sforzo normale (>0 compressione)
Geometria				
B	=	3600	2500	mm
H	=	3000	4000	mm
d	=	2950	3950	mm
				larghezza sezione
				altezza sezione
				altezza utile
Materiali				
R _{ck}	=	35	35	
f _{ck}	=	29.05	29.05	MPa
γ _c	=	1.50	1.50	
α _{cc}	=	0.85	0.85	
f _{cd}	=	16.46	16.46	MPa
f' _{cd}	=	8.23	8.23	MPa
γ _s	=	1.15	1.15	
f _{yk}	=	450.0	450.0	MPa
f _{yd}	=	391.3	391.3	MPa
				resistenza caratteristica cubica
				resistenza caratteristica cilindrica
				coefficiente parziale di sicurezza
				coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
				resistenza di calcolo a compressione
				resistenza ridotta
				coefficiente di sicurezza acciaio
				tensione caratteristica di snervamento acciaio
				tensione di snervamento di calcolo dell'acciaio

Verifica per elementi sprovvisti di armatura a taglio

A _{sl}	=	42726	42726	mm ²	armatura longitudinale
ρ _l	=	0.004	0.004		rapporto geometrico di armatura longitudinale
k	=	1.260	1.225		
V _{min}	=	0.267	0.256		
σ _{cp}	=	1.63	2.64	MPa	tensione media calcestruzzo
σ _{cp,ad}	=	1.63	2.64	MPa	tensione media di compressione adottata (<=0.2fcd)
V _{Rd}	=	6242.5	7287.9	kN	taglio resistente
FS	=	5.65	6.07		

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 50 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

PILA 03

	V long	V trasv			
Sollecitazioni					
V	=	684.3	1339.8	kN	taglio
N	=	28784.2	42832.7	kN	sforzo normale (>0 compressione)
Geometria					
B	=	3600	2500	mm	larghezza sezione
H	=	3000	4000	mm	altezza sezione
d	=	2950	3950	mm	altezza utile
Materiali					
R _{ck}	=	35	35		resistenza caratteristica cubica
f _{ck}	=	29.05	29.05	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
γ _c	=	1.50	1.50		coefficiente parziale di sicurezza
α _{cc}	=	0.85	0.85		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
f _{cd}	=	16.46	16.46	MPa	resistenza di calcolo a compressione
f' _{cd}	=	8.23	8.23	MPa	resistenza ridotta
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}	=	72206	72206	mm ²	armatura longitudinale
ρ _l	=	0.007	0.007		rapporto geometrico di armatura longitudinale
k	=	1.260	1.225		
V _{min}	=	0.267	0.256		
σ _{cp}	=	2.67	4.28	MPa	tensione media calcestruzzo
σ _{cp,ad}	=	2.67	3.29	MPa	tensione media di compressione adottata (<=0.2fcd)
V _{Rd}	=	8587.5	8897.0	kN	taglio resistente
FS	=	12.55	6.64		

PILA 04

	V long	V trasv			
Sollecitazioni					
V	=	1040.4	1368.9	kN	taglio
N	=	28180.4	42226.4	kN	sforzo normale (>0 compressione)
Geometria					
B	=	3600	2500	mm	larghezza sezione
H	=	3000	4000	mm	altezza sezione
d	=	2950	3950	mm	altezza utile
Materiali					
R _{ck}	=	35	35		resistenza caratteristica cubica
f _{ck}	=	29.05	29.05	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
γ _c	=	1.50	1.50		coefficiente parziale di sicurezza
α _{cc}	=	0.85	0.85		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
f _{cd}	=	16.46	16.46	MPa	resistenza di calcolo a compressione
f' _{cd}	=	8.23	8.23	MPa	resistenza ridotta
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}	=	61525	61525	mm ²	armatura longitudinale
ρ _l	=	0.006	0.006		rapporto geometrico di armatura longitudinale
k	=	1.260	1.225		
V _{min}	=	0.267	0.256		
σ _{cp}	=	2.61	4.22	MPa	tensione media calcestruzzo
σ _{cp,ad}	=	2.61	3.29	MPa	tensione media di compressione adottata (<=0.2fcd)
V _{Rd}	=	8272.8	8688.1	kN	taglio resistente
FS	=	7.95	6.35		

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 51 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

4.3 S.L.E. – FESSURAZIONE

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 ambientali aggressive;
- 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 di trazione nelle barre di armatura, per la combinazione più gravosa.

condizioni ambientali aggressive armature poco sensibili												
Diametri massimi delle barre per il controllo della fessurazione												
σ_s [MPa]	$w_2=0.30$ mm										$w_1=0.20$ mm	
	\emptyset										\emptyset	
160	32	32	32	32	32	32	32	32	32	25	25	
200	25	25	25	25	25	25	25	25	25	16	16	
240	16	16	16	16	16	16	16	16	16	12	12	
280	12	12	12	12	12	12	12	12	12	8	8	
320	10	10	10	10	10	10	10	10	10	6	6	
360	8	8	8	8	8	8	8	8	8	-	-	

Spaziatura massima delle barre per il controllo della fessurazione												
σ_s [MPa]	$w_2=0.30$ mm										$w_1=0.20$ mm	
	\emptyset										\emptyset	
160	300	300	300	300	300	300	300	300	300	200	200	
200	250	250	250	250	250	250	250	250	250	150	150	
240	200	200	200	200	200	200	200	200	200	100	100	
280	150	150	150	150	150	150	150	150	150	50	50	
320	100	100	100	100	100	100	100	100	100	-	-	
360	50	50	50	50	50	50	50	50	50	-	-	

PILA 01

Sollecitazioni agenti

	freq 1	freq 2	freq 3	freq 4	combinazione				qp1	qp2		
					freq 5	freq 6	freq 7	freq 8				
N	17174	16888	17174	16888	12431	12145	12431	12145	14323	14085	kN	sforzo assiale
M_x	3639	3726	831	918	-4456	-4369	-7264	-7177	572	644	kNm	momento flettente trasversale
M_y	2078	4147	1759	3827	1993	4062	1674	3743	1771	3495	kNm	momento flettente longitudinale
$\sigma_{s,max}$	200	200	200	200	200	200	200	200	160	160	MPa	tensione massima nell'acciaio da normativa
$\sigma_{Sd,max}$	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	MPa	tensione massima di trazione nell'acciaio di calcolo

PILA 02

Sollecitazioni agenti

	freq 1	freq 2	freq 3	freq 4	combinazione				qp1	qp2		
					freq 5	freq 6	freq 7	freq 8				
N	20823	20950	20821	20947	15695	15822	15693	15820	17572	17677	kN	sforzo assiale
M_x	6682	6983	-469	-168	-1728	-1426	-8879	-8578	1233	1484	kNm	momento flettente trasversale
M_y	2185	3384	1928	3127	2091	3290	1835	3033	1969	2968	kNm	momento flettente longitudinale
$\sigma_{s,max}$	200	200	200	200	200	200	200	200	160	160	MPa	tensione massima nell'acciaio da normativa
$\sigma_{Sd,max}$	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	MPa	tensione massima di trazione nell'acciaio di calcolo

PILA 03

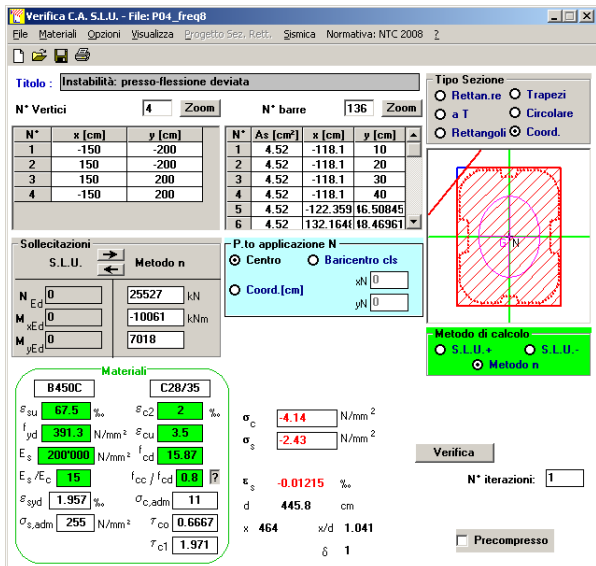
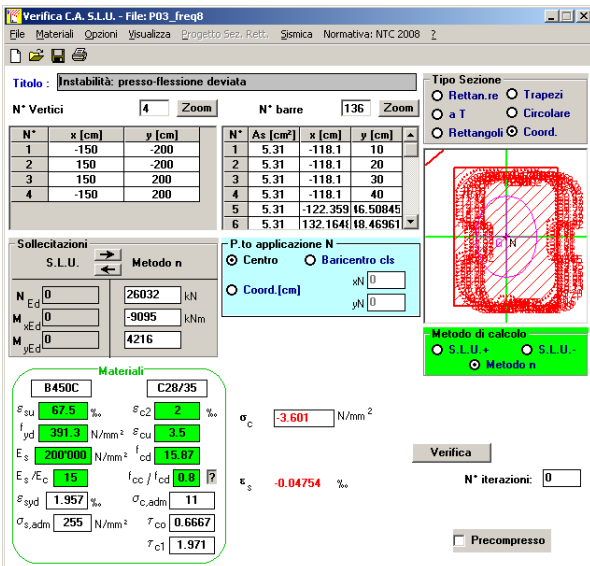
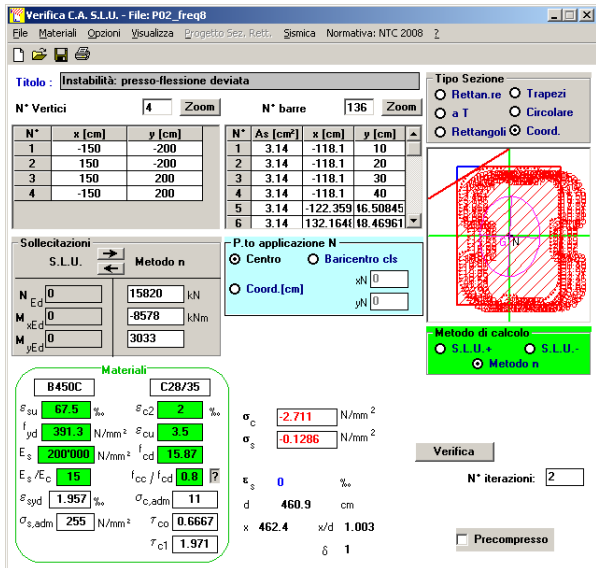
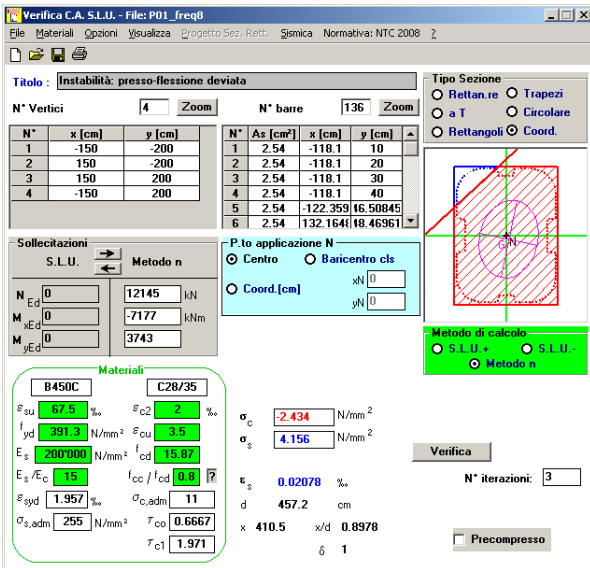
Sollecitazioni agenti

	freq 1	freq 2	freq 3	freq 4	combinazione				qp1	qp2		
					freq 5	freq 6	freq 7	freq 8				
N	33291	33244	33295	33247	26075	26028	26079	26032	28932	28892	kN	sforzo assiale
M_x	8744	9136	-1201	-809	458	850	-9487	-9095	1968	2295	kNm	momento flettente trasversale
M_y	3894	4267	3858	4231	3878	4251	3842	4216	3850	4161	kNm	momento flettente longitudinale
$\sigma_{s,max}$	200	200	200	200	200	200	200	200	160	160	MPa	tensione massima nell'acciaio da normativa
$\sigma_{Sd,max}$	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	MPa	tensione massima di trazione nell'acciaio di calcolo

PILA 04

Sollecitazioni agenti

	freq 1	freq 2	freq 3	freq 4	freq 5	freq 6	freq 7	freq 8	qp1	qp2			
N	=	32985	32681	32987	32682	25560	25256	25561	25257	28543	28290	kN	sforzio assiale
M _x	=	9253	9529	483	759	-1567	-1291	-10337	-10061	2501	2731	kNm	momento flettente trasversale
M _y	=	4948	7692	4485	7229	4737	7481	4274	7018	4514	6801	kNm	momento flettente longitudinale
σ _{s,max}	=	200	200	200	200	200	200	200	200	160	160	MPa	tensione massima nell'acciaio da normativa
σ _{sd,max}	=								0			MPa	tensione massima di trazione nell'acciaio di calcolo
		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		



4.4 S.L.E. – LIMITAZIONE DELLE TENSIONI

In accordo con quanto previsto dalle NTC al punto 4.1.2.2.5, si verifica ora che le massime tensioni agenti nel calcestruzzo e nell'acciaio in fase di esercizio per la combinazione caratteristica e per quella quasi permanente siano inferiori ai massimi valori consentiti (per il calcestruzzo, compressione: 0,60 f_{ck} in combinazione caratteristica e 0,40 f_{ck} in combinazione quasi permanente; per l'acciaio: 0,80 f_{yk} in combinazione caratteristica). Le tensioni sono state ottenute con la stessa metodologia utilizzata per le verifiche di fessurazione.

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 53 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

PILA 01

	rara1	rara2	rara3	rara4	combinazione		rara7	rara8	qp1	qp2			
					rara5	rara6							
Sollecitazioni agenti													
N	=	17174	16888	17175	16889	12431	12145	12431	12145	14323	14085	kN	sforzio assiale
M _x	=	6447	6534	-1977	-1890	-1648	-1561	-10072	-9985	572	644	kNm	momento flettente trasversale
M _y	=	2397	4466	1440	3508	2312	4381	1355	3424	1771	3495	kNm	momento flettente longitudinale
Tensione massima di compressione del calcestruzzo nelle condizioni di esercizio													
σ _{c,max}	=	17.43	17.43	17.43	17.43	17.43	17.43	17.43	17.43	13.07	13.07	[MPa]	massima tensione del cls da normativa
σ _{c,Sd}	=	-	-	-	-	-	-	-	-	2.82	-	[MPa]	tensione di calcolo del cls in esercizio
		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		
Tensione massima dell'acciaio in condizioni di esercizio													
σ _{s,max}	=	360	360	360	360	360	360	360	360			[MPa]	massima tensione dell'acciaio normativa
σ _{s,Sd}	=	-	-	-	-	-	-	-	-	38	-	[MPa]	tensione di calcolo dell'acciaio in esercizio
		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK				

PILA 02

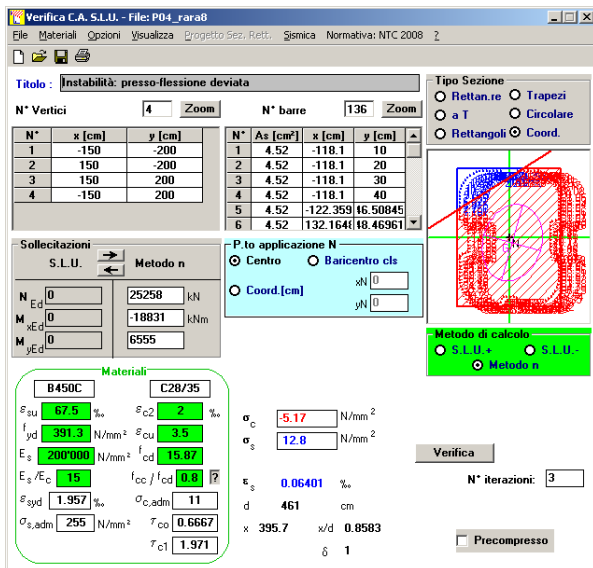
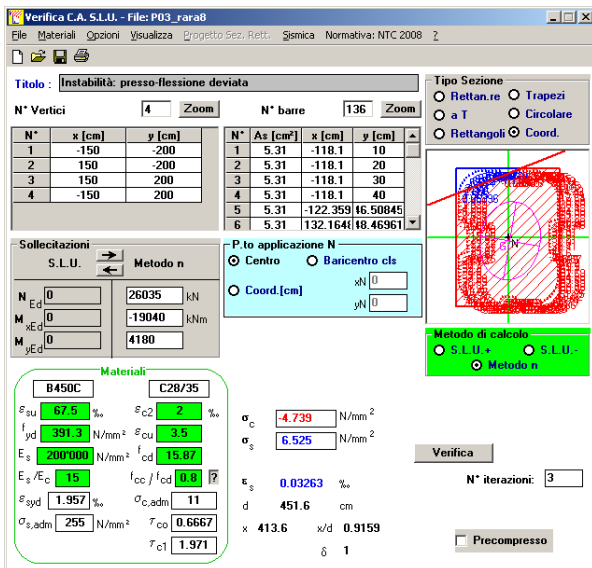
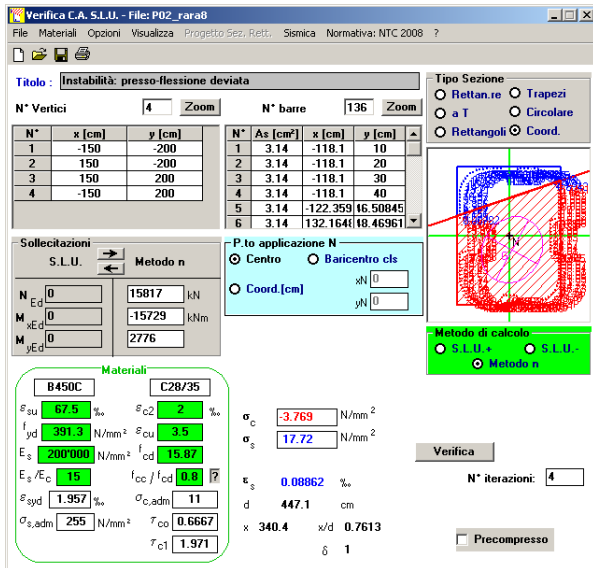
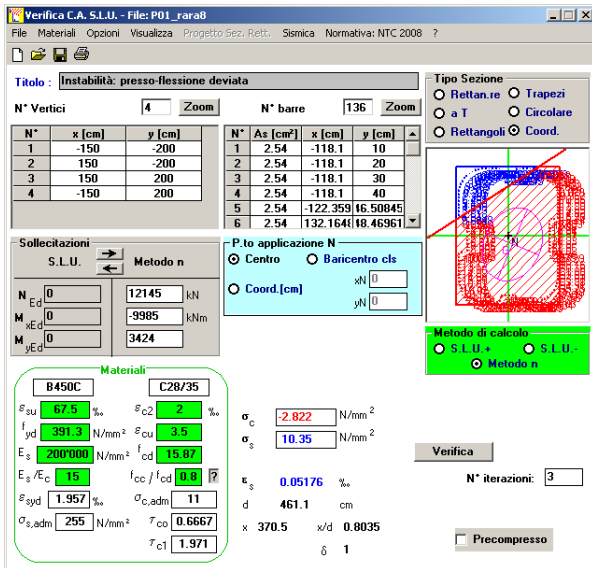
	rara1	rara2	rara3	rara4	combinazione		rara7	rara8	qp1	qp2			
					rara5	rara6							
Sollecitazioni agenti													
N	=	20825	20952	20818	20945	15698	15824	15691	15817	17572	17677	kN	sforzio assiale
M _x	=	13833	14134	-7620	-7319	5423	5725	-16030	-15729	1233	1484	kNm	momento flettente trasversale
M _y	=	2442	3641	1672	2870	2348	3547	1578	2776	1969	2968	kNm	momento flettente longitudinale
Tensione massima di compressione del calcestruzzo nelle condizioni di esercizio													
σ _{c,max}	=	17.43	17.43	17.43	17.43	17.43	17.43	17.43	17.43	13.07	13.07	[MPa]	massima tensione del cls da normativa
σ _{c,Sd}	=	-	-	-	-	-	-	-	-	3.77	-	[MPa]	tensione di calcolo del cls in esercizio
		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		
Tensione massima dell'acciaio in condizioni di esercizio													
σ _{s,max}	=	360	360	360	360	360	360	360	360			[MPa]	massima tensione dell'acciaio normativa
σ _{s,Sd}	=	-	-	-	-	-	-	-	-	51	-	[MPa]	tensione di calcolo dell'acciaio in esercizio
		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK				

PILA 03

	rara1	rara2	rara3	rara4	combinazione		rara7	rara8	qp1	qp2			
					rara5	rara6							
Sollecitazioni agenti													
N	=	33288	33240	33298	33251	26072	26024	26083	26035	28932	28892	kN	sforzio assiale
M _x	=	18689	19081	-11146	-10754	10403	10796	-19432	-19040	1968	2295	kNm	momento flettente trasversale
M _y	=	3930	4303	3822	4196	3914	4287	3806	4180	3850	4161	kNm	momento flettente longitudinale
Tensione massima di compressione del calcestruzzo nelle condizioni di esercizio													
σ _{c,max}	=	17.43	17.43	17.43	17.43	17.43	17.43	17.43	17.43	13.07	13.07	[MPa]	massima tensione del cls da normativa
σ _{c,Sd}	=	-	-	-	-	-	-	-	-	4.74	-	[MPa]	tensione di calcolo del cls in esercizio
		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		
Tensione massima dell'acciaio in condizioni di esercizio													
σ _{s,max}	=	360	360	360	360	360	360	360	360			[MPa]	massima tensione dell'acciaio normativa
σ _{s,Sd}	=	-	-	-	-	-	-	-	-	65	-	[MPa]	tensione di calcolo dell'acciaio in esercizio
		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK				

PILA 04

	rara1	rara2	rara3	rara4	combinazione		rara7	rara8	qp1	qp2			
					rara5	rara6							
Sollecitazioni agenti													
N	=	32984	32680	32988	32684	25559	25255	25562	25258	28543	28290	kN	sforzio assiale
M _x	=	18023	18299	-8287	-8011	7203	7479	-19107	-18831	2501	2731	kNm	momento flettente trasversale
M _y	=	5411	8155	4022	6765	5201	7944	3811	6555	4514	6801	kNm	momento flettente longitudinale
Tensione massima di compressione del calcestruzzo nelle condizioni di esercizio													
σ _{c,max}	=	17.43	17.43	17.43	17.43	17.43	17.43	17.43	17.43	13.07	13.07	[MPa]	massima tensione del cls da normativa
σ _{c,Sd}	=	-	-	-	-	-	-	-	-	5.17	-	[MPa]	tensione di calcolo del cls in esercizio
		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		
Tensione massima dell'acciaio in condizioni di esercizio													
σ _{s,max}	=	360	360	360	360	360	360	360	360			[MPa]	massima tensione dell'acciaio normativa
σ _{s,Sd}	=	-	-	-	-	-	-	-	-	70	-	[MPa]	tensione di calcolo dell'acciaio in esercizio
		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 55 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

5 EFFETTI DEL SECONDO ORDINE

Le pile del viadotto in questione, vista la notevole altezza, rientrano nella classe degli elementi strutturali snelli. Per la verifica di stabilità degli elementi snelli, nel punto 4.1.2.1.7.2 le NTC consentono l'utilizzo di metodi algebrici. In particolare, gli effetti del secondo ordine sono stati analizzati facendo riferimento alle norme UNI EN 1992-1-1:2005 e in particolare al metodo basato sulla "curvatura nominale" riportato al punto 5.8 della norma succitata. Nelle sezioni successive si illustra brevemente il metodo di verifica utilizzato nonché il dettaglio dei calcoli di verifica eseguiti.

5.1 METODO DELLA CURVATURA NOMINALE

Il metodo è adatto in primo luogo per elementi isolati con forza normale costante (cautelativamente si è assunto lo sforzo di compressione al piede della pila) e una lunghezza libera di inflessione l_0 definita come nei paragrafi successivi. Il metodo dà un momento del secondo ordine nominale in funzione dell'inflessione della pila, a sua volta dipendente dalla snellezza della pila stessa e della curvatura massima stimata. Il momento di progetto risultante è utilizzato per il calcolo di sezioni trasversali con riferimento al momento flettente e alla forza assiale.

5.1.1 Valutazione della snellezza

Gli effetti del secondo ordine possono essere trascurati se la snellezza λ è al di sotto di un certo valore λ_{lim} . Il valore raccomandato viene calcolato come di seguito indicato

$$\lambda_{lim} = 20 \cdot A \cdot B \cdot C / \sqrt{n}$$

dove:

$$A = 1 / (1 + 0,2 \varphi_{ef}) \text{ (se } \varphi_{ef} \text{ non è noto, si può adottare } A = 0,7);$$

$$B = \sqrt{1 + 2\omega} \text{ (se } \omega \text{ non è noto, si può adottare } B = 1,1);$$

$$C = 1,7 - r_m \text{ (se } r_m \text{ non è noto, si può adottare } C = 0,7);$$

φ_{ef} è il coefficiente efficace di viscosità; vedere punto 5.8.4;

$$\omega = A_s f_{yd} / (A_c f_{cd}); \text{ rapporto meccanico di armatura;}$$

A_s è l'area totale dell'armatura longitudinale;

$$n = N_{Ed} / (A_c f_{cd}); \text{ forza assiale adimensionale;}$$

$$r_m = M_{01} / M_{02}; \text{ rapporto tra i momenti;}$$

M_{01}, M_{02} sono i momenti del primo ordine alle estremità, $|M_{02}| \geq |M_{01}|$.

Se i momenti finali M_{01} e M_{02} provocano trazione sullo stesso lato, si raccomanda che r_m sia assunto positivo (cioè $C \leq 1,7$), in caso contrario negativo (cioè $C > 1,7$).

Nei casi seguenti, si raccomanda che r_m sia assunto pari a 1,0 (cioè $C = 0,7$):

- per telai a nodi fissi soggetti solo a momenti del primo ordine o a momenti dovuti prevalentemente ad imperfezioni o a carico trasversale;
- per telai a nodi mobili in generale.

Mentre la snellezza di calcolo l_0 può essere valutata come segue:

$$\lambda = l_0 / i$$

dove:

l_0 è la lunghezza libera d'inflessione

i è il raggio d'inerzia della sezione di calcestruzzo non fessurato.

Ipotizzando per le pile in esame, sia in direzione trasversale, sia in direzione longitudinale, uno schema di trave incastrata alla base e libera in sommità, è stata assunta una lunghezza libera di inflessione pari a $l_0=2l$.

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 56 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

5.1.2 Viscosità

L'effetto della viscosità deve essere tenuto in conto nell'analisi al secondo ordine, con particolare riferimento sia alle condizioni generali di viscosità, sia alla durata dei diversi carichi nelle combinazioni di carico considerate. La durata di applicazione dei carichi può essere presa in considerazione in modo semplificato adottando un coefficiente efficace di viscosità φ_{ef} , il quale, utilizzato insieme al carico di progetto, dà una deformazione viscosa (curvatura) corrispondente al carico quasi-permanente:

$$\varphi_{ef} = \varphi_{(\infty, t_0)} \cdot M_{0Eqp} / M_{0Ed}$$

dove:

$\varphi_{(\infty, t_0)}$ è il coefficiente finale di viscosità

M_{0Eqp} è il momento flettente del primo ordine sotto la combinazione di carico quasi-permanente (SLE);

M_{0Ed} è il momento flettente del primo ordine sotto la combinazione di carico di progetto (SLU).

Secondo quanto prescritto al punto 5.8.4.4 è stato assunto un valore di $\varphi_{(\infty, t_0)} = 2$.

5.1.3 Momenti flettenti

Si riporta per esteso quanto descritto al punto 5.8.8.2 dell'eurocodice 2 per i momenti flettenti:

5.8.8.2	<p>Momenti flettenti</p> <p>(1) Il momento di progetto è:</p> $M_{Ed} = M_{0Ed} + M_2 \quad (5.31)$ <p>dove:</p> <p>M_{0Ed} è il momento del primo ordine, che tiene conto dell'effetto delle imperfezioni, vedere anche punto 5.8.8.2 (2);</p> <p>M_2 è il momento del secondo ordine nominale, vedere punto 5.8.8.2 (3).</p> <p>Il valore massimo di M_{Ed} è dato dalle distribuzioni di M_{0Ed} e M_2; quest'ultimo può essere preso come parabolico oppure sinusoidale sulla lunghezza libera d'inflessione.</p> <p>Nota Nel caso di elementi iperstatici, M_{0Ed} è determinato per le condizioni reali di vincolo, mentre M_2 dipenderà dalle condizioni di vincolo attraverso la lunghezza libera d'inflessione, vedere punto 5.8.8.1 (1).</p> <p>(2) Momenti diversi del primo ordine alle estremità M_{01} e M_{02} possono essere sostituiti con un momento del primo ordine equivalente di estremità M_{0e}:</p> $M_{0e} = 0,6 M_{02} + 0,4 M_{01} \geq 0,4 M_{02} \quad (5.32)$ <p>M_{01} e M_{02} dovrebbero avere lo stesso segno se essi provocano trazione sullo stesso lato, altrimenti segni opposti. Inoltre, $M_{02} \geq M_{01}$.</p> <p>(3) Il momento nominale del secondo ordine M_2 nell'espressione (5.31) è</p> $M_2 = N_{Ed} e_2 \quad (5.33)$ <p>dove:</p> <p>N_{Ed} è il valore di progetto della forza assiale;</p> <p>e_2 è l'inflessione = $(1/r) l_0^2 / c$;</p> <p>$1/r$ è la curvatura, vedere punto 5.8.8.3;</p> <p>l_0 è la lunghezza libera d'inflessione, vedere punto 5.8.3.2;</p> <p>c è un fattore che dipende dalla distribuzione della curvatura, vedere punto 5.8.8.2 (4).</p> <p>(4) Nel caso di sezione trasversale costante, si utilizza generalmente $c = 10 (\approx \pi^2)$. Se il momento del primo ordine è costante, si raccomanda di utilizzare un valore minore (8 è un limite inferiore, che corrisponde a momento totale costante).</p> <p>Nota Il valore π^2 corrisponde ad una distribuzione di curvatura sinusoidale. Il valore per una curvatura costante è 8. Si noti che c dipende dalla distribuzione della curvatura totale, mentre c_0 nel punto 5.8.7.3 (2) dipende soltanto dalla curvatura corrispondente al momento del primo ordine.</p>
---------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 57 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

5.1.4 Curvatura

Si riporta per esteso quanto descritto al punto 5.8.8.3 dell'eurocodice 2 per la valutazione della curvatura nominale:

5.8.8.3

Curvatura

- (1) Nel caso di elementi con sezioni trasversali simmetriche (comprese le armature), si può utilizzare la seguente relazione:

$$1/r = K_r \cdot K_\varphi \cdot 1/r_0 \quad (5.34)$$

dove:

K_r è un coefficiente correttivo che dipende dal carico assiale, vedere punto 5.8.8.3 (3);

K_φ è un coefficiente per tener conto della viscosità, vedere punto 5.8.8.3 (4);

$1/r_0 = \varepsilon_{yd} / (0,45 d)$;

$\varepsilon_{yd} = f_{yd} / E_s$;

d è l'altezza utile; vedere anche punto 5.8.8.3 (2).

- (2) Se le armature non sono tutte concentrate su lati opposti, ma parte di esse è distribuita parallelamente al piano d'inflessione, d è definito come

$$d = (h / 2) + i_s \quad (5.35)$$

dove i_s è il raggio d'inerzia dell'area totale delle armature.

- (3) Nell'espressione (5.34) si dovrebbe adottare K_r pari a:

$$K_r = (n_u - n) / (n_u - n_{bal}) \leq 1 \quad (5.36)$$

dove:

$n = N_{Ed} / (A_c f_{cd})$, forza assiale adimensionale;

N_{Ed} è il valore di progetto della forza assiale;

$n_u = 1 + \omega$;

n_{bal} è il valore di n corrispondente al massimo valore del momento resistente; si può adottare il valore 0,4;

$\omega = A_s f_{yd} / (A_c f_{cd})$;

A_s è l'area totale delle armature;

A_c è l'area della sezione trasversale di calcestruzzo.

- (4) Si raccomanda che l'effetto della viscosità sia tenuto in conto attraverso il seguente coefficiente:

$$K_\varphi = 1 + \beta \varphi_{ef} \geq 1 \quad (5.37)$$

dove:

φ_{ef} è il coefficiente efficace di viscosità, vedere punto 5.8.4;

$\beta = 0,35 + f_{ck}/200 - \lambda/150$;

l è la snellezza, vedere punto 5.8.3.1.

5.1.5 Flessione deviata

Il metodo descritto precedentemente può essere utilizzato anche nel caso di presso-flessione deviata. In una prima fase si effettuano calcoli separati – a presso-flessione retta – per ciascuna delle direzioni principali. Si tiene conto delle imperfezioni soltanto nella direzione nella quale esse provocano l'effetto più sfavorevole. Nel punto 5.8.9 l'EN 1992 prescrive la verifica a presso-flessione deviata solo nel caso in cui non siano rispettate le seguenti limitazioni:

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 58 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

Nessun'altra verifica è necessaria se i rapporti di snellezza soddisfano le due condizioni seguenti:

$$\lambda_y / \lambda_z \leq 2 \text{ e } \lambda_z / \lambda_y \leq 2 \quad (5.38a)$$

e se le eccentricità relative e_y/h e e_z/b (vedere figura 5.7) soddisfano una delle seguenti condizioni:

$$\frac{e_y/h_{eq}}{e_z/b_{eq}} \leq 0,2 \text{ oppure } \frac{e_z/b_{eq}}{e_y/h_{eq}} \leq 0,2 \quad (5.38b)$$

dove:

b, h sono la larghezza e l'altezza della sezione;

$b_{eq} = i_y \cdot \sqrt{12}$ e $h_{eq} = i_z \cdot \sqrt{12}$ per una sezione rettangolare equivalente;

λ_y, λ_z sono le snellezze l_0 / i rispettivamente secondo gli assi y e z ;

i_y, i_z sono i raggi d'inerzia rispettivamente secondo gli assi y e z ;

$e_z = M_{Edy} / N_{Ed}$; eccentricità lungo l'asse z ;

$e_y = M_{Edz} / N_{Ed}$; eccentricità lungo l'asse y ;

M_{Edy} è il momento di progetto che include il momento di inerzia lungo l'asse y ;

M_{Edz} è il momento di progetto che include il momento di inerzia lungo l'asse z ;

N_{Ed} è il valore di progetto del carico assiale nella rispettiva combinazione di carico.

Nel caso in cui queste limitazioni non siano rispettate occorre verificare la presso-flessione deviata secondo le indicazioni del punto 5.8.9.4:

Se la condizione dell'espressione (5.38) non è soddisfatta, si raccomanda di tener conto della flessione deviata compresi gli effetti del secondo ordine in ogni direzione [a meno che essi non possano essere trascurati secondo i punti 5.8.2 (6) o 5.8.3]. In assenza di un calcolo accurato della sezione trasversale per flessione deviata, si può utilizzare il seguente criterio semplificato:

$$\left(\frac{M_{Edz}}{M_{Rdz}} \right)^a + \left(\frac{M_{Edy}}{M_{Rdy}} \right)^a \leq 1,0 \quad (5.39)$$

dove:

$M_{Edz/y}$ è il momento di progetto intorno all'asse considerato, comprendente un momento nominale del secondo ordine;

$M_{Rdz/y}$ è il momento resistente nella direzione considerata;

a è l'esponente;

per sezioni circolari ed ellittiche: $a = 2$

per sezioni rettangolari:

N_{Ed}/N_{Rd}	0,1	0,7	1,0
$a =$	1,0	1,5	2,0

con interpolazione lineare per valori intermedi;

N_{Ed} è il valore di progetto della forza assiale;

$N_{Rd} = A_c f_{cd} + A_s f_{yd}$, valore di progetto della forza normale resistente:

dove:

A_c è l'area lorda della sezione di calcestruzzo,

A_s è l'area delle armature longitudinali.

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 59 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

5.2 VERIFICA ALL'INSTABILITÀ

Le verifiche per le pile sono state condotte secondo quanto descritto ai paragrafi precedente. In particolare si è fatto riferimento a n. 3 condizioni di sollecitazione:

- sforzo normale massimo ($N_{x,max}$);
- momento trasversale massimo ($M_{x,max}$);
- momento longitudinale massimo ($M_{y,max}$).

La sezione critica analizzata per le verifiche è quella di attacco fondazione pila. La verifica è stata condotta considerando il momento di calcolo M_{ed} amplificato degli effetti del secondo ordine in base al metodo della curvatura nominale. La verifica di resistenza è stata sempre condotta in presso-flessione deviata. Si distinguono però due casi:

1. la limitazione al punto 5.8.9.3 EN 1992 è rispettata: si considera il momento di calcolo amplificato degli effetti del secondo ordine solo nella direzione più gravosa;
2. la limitazione al punto 5.8.9.3 EN 1992 non è rispettata: si considerano i momenti di calcolo amplificati degli effetti del secondo ordine in entrambe le direzioni.

5.2.1 Momenti di calcolo al secondo ordine

In questo paragrafo riportiamo i fogli di calcolo dove sono stati determinati i momenti di progetto M_{ed} amplificati degli effetti del secondo ordine. Nel caso in cui è stato necessario condurre la verifica a presso-flessione deviata secondo il punto 5.8.9.4 EN 1992 in questi fogli è presente anche tale verifica.

PILA 01

EFFETTI DEL SECONDO ORDINE IN PRESENZA DI CARICO ASSIALE (EC2 - § 5.8) METODO DELLA CURVATURA NOMINALE

	Nmax	Mx,max	My,max		
Materiali					
R_{ck}	= 35	35	35	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	= 29.1	29.1	29.1	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
γ_c	= 1.50	1.50	1.50		coefficiente parziale di sicurezza
α_{cc}	= 0.85	0.85	0.85		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
f_{cd}	= 14.11	14.11	14.11	MPa	resistenza di calcolo a compressione
f_{cm}	= 37.05	37.05	37.05	MPa	resistenza cilindrica media
E_{cm}	= 32588	32588	32588	MPa	modulo elastico istantaneo
f_{yk}	= 450.0	450.0	450.0	MPa	tensione caratteristica di snervamento acciaio
γ_s	= 1.15	1.15	1.15		coefficiente di sicurezza
f_{yd}	= 391	391	391	MPa	tensione di snervamento di calcolo acciaio
E_s	= 206000	206000	206000	MPa	modulo elastico acciaio
ϵ_{yd}	= 0.0019	0.0019	0.0019		deformazione allo snervamento di calcolo
Geometria					
d_x	= 2.95	2.95	2.95	m	altezza utile longitudinale
d_y	= 3.95	3.95	3.95	m	altezza utile trasversale
A_c	= 10.88	10.88	10.88	m ²	area sezione trasversale
L	= 14.26	14.26	14.26	m	altezza elemento
J_x	= 13.63	13.63	13.63	m ⁴	momento d'inerzia trasversale
J_y	= 7.22	7.22	7.22	m ⁴	momento d'inerzia longitudinale
i_x	= 0.81	0.81	0.81	m ²	raggio d'inerzia longitudinale
i_y	= 1.12	1.12	1.12	m ²	raggio d'inerzia trasversale
A_s	= 34608	34608	34608	mm ²	area armatura longitudinale totale disposta nella sezione
ω	= 0.09	0.09	0.09		rapporto meccanico di armatura
α_x	= 2.00	2.00	2.00		coefficiente di vincolo longitudinale
α_y	= 2.00	2.00	2.00		coefficiente di vincolo trasversale
L_{0x}	= 28.52	28.52	28.52	m	lunghezza libera d'inflessione longitudinale
L_{0y}	= 28.52	28.52	28.52	m	lunghezza libera d'inflessione trasversale
λ_x	= 35.0	35.0	35.0		snellezza longitudinale
λ_y	= 25.5	25.5	25.5		snellezza trasversale
λ	= 35.0	35.0	35.0		snellezza massima

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 60 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

Eccentricità

ϑ_0	=	0.005	0.005	0.005		
α_h	=	0.67	0.67	0.67		
α_m	=	1.00	1.00	1.00		
ϑ_1	=	0.003	0.003	0.003		
e_{ix}	=	0.05	0.05	0.05	m	eccentricità aggiuntiva longitudinale
e_{iy}	=	0.05	0.05	0.05	m	eccentricità aggiuntiva trasversale

Sollecitazioni

N_{Ed}	=	24393.8	21565.4	14031.8	kN	sforzo normale di calcolo
$M_{1,x}$	=	10017.8	20114.2	3031.6	kN*m	momento flettente trasversale del primo ordine
$M_{2,x}$	=	10017.8	20114.2	3031.6	kN*m	momento flettente trasversale del primo ordine
$M_{1,y}$	=	0.0	0.0	0.0	kN*m	momento flettente longitudinale del primo ordine
$M_{2,y}$	=	3258.6	6263.1	20157.7	kN*m	momento flettente longitudinale del primo ordine
$M_{01,x}$	=	11177	21139	3699	kN*m	minimo momento flettente trasversale (in valore assoluto)
$M_{02,x}$	=	11177	21139	3699	kN*m	massimo momento flettente trasversale (in valore assoluto)
$M_{01,y}$	=	1159.5	1025.1	667.0	kN*m	minimo momento flettente longitudinale (in valore assoluto)
$M_{02,y}$	=	4418.2	7288.1	20824.6	kN*m	massimo momento flettente longitudinale (in valore assoluto)
$M_{0Ed,x}$	=	11177.3	21139.3	3698.6	kN*m	momento flettente di calcolo trasversale equivalente
$M_{0Ed,y}$	=	3114.7	4782.9	12761.6	kN*m	momento flettente di calcolo longitudinale equivalente

Valutazione della snellezza limite

A	=	0.70	0.70	0.70		
B	=	1.08	1.08	1.08		coefficiente funzione del rapporto meccanico di armatura
C	=	0.70	0.70	0.70		coefficiente funzione del rapporto dei momenti flettenti alle estremità (=0.7 se il rapporto non è noto)
n	=	0.16	0.14	0.09		forza assiale adimensionale
λ_{lim}	=	26.7	28.4	35.2		snellezza limite
		NO	NO	OK		

Buckling

n_u	=	1.09	1.09	1.09		
n_{bal}	=	0.40	0.40	0.40		
K_τ	=	1.00	1.00	1.00		coefficiente correttivo funzione del carico assiale
$\varphi(\infty, t_0)$	=	2.00	2.00	2.00		coefficiente di viscosità a tempo infinito
c	=	9.87	9.87	9.87		fattore funzione della distribuzione della curvatura

Buckling longitudinale

M_{SLE}/M_{SLU}	=	0.74	0.74	0.74		rapporto momento SLE/momento SLU
$\varphi_{eff,x}$	=	1.48	1.48	1.48		coefficiente di viscosità efficace
β_x	=	0.26	0.26	0.26		
$K_{\varphi x}$	=	1.39	1.39	1.39		coefficiente che tiene conto della viscosità
$(1/r_0)_x$	=	0.0014	0.0014	0.0014		
$(1/r)_x$	=	0.0020	0.0020	0.0020		curvatura longitudinale
e_{2x}	=	0.16	0.16	0.16	m	inflessione longitudinale
M_{2y}	=	3992.6	3529.7	2296.6	kNm	momento nominale del 2° ordine longitudinale
M_{Edy}	=	7107.3	8312.6	15058.2	kNm	momento di progetto longitudinale

Buckling trasversale

M_{SLE}/M_{SLU}	=	0.74	0.74	0.74		rapporto momento SLE/momento SLU
$\varphi_{eff,y}$	=	1.48	1.48	1.48		coefficiente di viscosità efficace
β_y	=	0.33	0.33	0.33		
$K_{\varphi y}$	=	1.48	1.48	1.48		
$(1/r_0)_y$	=	0.0011	0.0011	0.0011		curvatura trasversale
$(1/r)_y$	=	0.0016	0.0016	0.0016		curvatura trasversale
e_{2y}	=	0.13	0.13	0.13	m	inflessione trasversale
M_{2x}	=	3184.0	2814.8	1831.5	kNm	momento nominale del 2° ordine trasversale
M_{Edx}	=	14361.3	23954.1	5530.1	kNm	momento di progetto trasversale

Buckling flessione deviata - verifica geometrica

$\lambda_{max}/\lambda_{min}$	=	1.37	1.37	1.37		rapporto di snellezza massimo (se ≤ 2 sufficiente verifica a flessione semplice)
$b_{x,eq}$	=	2.82	2.82	2.82	m	dimensione longitudinale equivalente
$b_{y,eq}$	=	3.88	3.88	3.88	m	dimensione trasversale equivalente
e_x	=	0.08	0.17	0.86	m	eccentricità longitudinale che non tiene conto delle imperfezioni
e_y	=	0.41	0.93	0.22	m	eccentricità trasversale che non tiene conto delle imperfezioni
e_{x0}	=	0.13	0.22	0.91	m	eccentricità longitudinale
e_{y0}	=	0.46	0.98	0.26	m	eccentricità trasversale
e/b	=	0.20	0.16	2.51		minimo rapporto eccentricità/dimensioni equivalenti

Buckling flessione deviata - verifica semplificata

N_{Rd}	=	167059	-	167059	kN	forza nominale resistente
a	=	1.50	-	1.00		esponente del dominio
M_{Rdx}	=	64028	-	37713	kNm	momento resistente trasversale per pressoflessione retta
M_{Rdy}	=	48217	-	28214	kNm	momento resistente longitudinale per pressoflessione retta
check	=	0.16	-	0.68		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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 61 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

PILA 02

EFFETTI DEL SECONDO ORDINE IN PRESENZA DI CARICO ASSIALE (EC2 - § 5.8) METODO DELLA CURVATURA NOMINALE

	Nmax	Mx,max	My,max		
Materiali					
R _{ck}	= 35	35	35	MPa	resistenza caratteristica cubica
f _{ck}	= 29.1	29.1	29.1	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
γ _c	= 1.50	1.50	1.50		coefficiente parziale di sicurezza
α _{cc}	= 0.85	0.85	0.85		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
f _{cd}	= 14.11	14.11	14.11	MPa	resistenza di calcolo a compressione
f _{cm}	= 37.05	37.05	37.05	MPa	resistenza cilindrica media
E _{cm}	= 32588	32588	32588	MPa	modulo elastico istantaneo
f _{yk}	= 450.0	450.0	450.0	MPa	tensione caratteristica di snervamento acciaio
γ _s	= 1.15	1.15	1.15		coefficiente di sicurezza
f _{yd}	= 391	391	391	MPa	tensione di snervamento di calcolo acciaio
E _s	= 206000	206000	206000	MPa	modulo elastico acciaio
ε _{yd}	= 0.0019	0.0019	0.0019		deformazione allo snervamento di calcolo
Geometria					
d _x	= 2.95	2.95	2.95	m	altezza utile longitudinale
d _y	= 3.95	3.95	3.95	m	altezza utile trasversale
A _c	= 10.88	10.88	10.88	m ²	area sezione trasversale
L	= 25.06	25.06	25.06	m	altezza elemento
J _x	= 13.63	13.63	13.63	m ⁴	momento d'inerzia trasversale
J _y	= 7.22	7.22	7.22	m ⁴	momento d'inerzia longitudinale
i _x	= 0.81	0.81	0.81	m ²	raggio d'inerzia longitudinale
i _y	= 1.12	1.12	1.12	m ²	raggio d'inerzia trasversale
A _s	= 42726	42726	42726	mm ²	area armatura longitudinale totale disposta nella sezione
ω	= 0.11	0.11	0.11		rapporto meccanico di armatura
α _x	= 2.00	2.00	2.00		coefficiente di vincolo longitudinale
α _y	= 2.00	2.00	2.00		coefficiente di vincolo trasversale
L _{0x}	= 50.12	50.12	50.12	m	lunghezza libera d'inflessione longitudinale
L _{0y}	= 50.12	50.12	50.12	m	lunghezza libera d'inflessione trasversale
λ _x	= 61.5	61.5	61.5		snellezza longitudinale
λ _y	= 44.8	44.8	44.8		snellezza trasversale
λ	= 61.5	61.5	61.5		snellezza massima
Eccentricità					
δ ₀	= 0.005	0.005	0.005		
α _{th}	= 0.67	0.67	0.67		
α _m	= 1.00	1.00	1.00		
δ ₁	= 0.003	0.003	0.003		
e _x	= 0.08	0.08	0.08	m	eccentricità aggiuntiva longitudinale
e _y	= 0.08	0.08	0.08	m	eccentricità aggiuntiva trasversale
Sollecitazioni					
N _{Ed}	= 29767.9	26415.5	17609.3	kN	sforzo normale di calcolo
M _{1,x}	= 21376.8	37714.7	6289.3	kN*m	momento flettente trasversale del primo ordine
M _{2,x}	= 21376.8	37714.7	6289.3	kN*m	momento flettente trasversale del primo ordine
M _{1,y}	= 0.0	0.0	0.0	kN*m	momento flettente longitudinale del primo ordine
M _{2,y}	= 4913.4	5375.5	24978.9	kN*m	momento flettente longitudinale del primo ordine
M _{01,x}	= 23863	39921	7760	kN*m	minimo momento flettente trasversale (in valore assoluto)
M _{02,x}	= 23863	39921	7760	kN*m	massimo momento flettente trasversale (in valore assoluto)
M _{01,y}	= 2486.6	2206.6	1471.0	kN*m	minimo momento flettente longitudinale (in valore assoluto)
M _{02,y}	= 7400.0	7582.1	26449.8	kN*m	massimo momento flettente longitudinale (in valore assoluto)
M _{0Ed,x}	= 23863.4	39921.2	7760.2	kN*m	momento flettente di calcolo trasversale equivalente
M _{0Ed,y}	= 5434.7	5431.9	16458.3	kN*m	momento flettente di calcolo longitudinale equivalente
Valutazione della snellezza limite					
A	= 0.70	0.70	0.70		
B	= 1.10	1.10	1.10		coefficiente funzione del rapporto meccanico di armatura
C	= 0.70	0.70	0.70		coefficiente funzione del rapporto dei momenti flettenti alle estremità (=0.7 se il rapporto non è noto)
n	= 0.19	0.17	0.11		forza assiale dimensionale
λ _{lim}	= 24.6	26.1	31.9		snellezza limite
	NO	NO	NO		
Buckling					
n _u	= 1.11	1.11	1.11		
n _{bal}	= 0.40	0.40	0.40		
K _r	= 1.00	1.00	1.00		coefficiente correttivo funzione del carico assiale
φ(∞,t ₀)	= 2.00	2.00	2.00		coefficiente di viscosità a tempo infinito
c	= 9.87	9.87	9.87		fattore funzione della distribuzione della curvatura

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 62 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

Buckling longitudinale

M_{SLE}/M_{SLU}	=	0.74	0.74	0.74	rapporto momento SLE/momento SLU
$\varphi_{eff,x}$	=	1.48	1.48	1.48	coefficiente di viscosità efficace
β_x	=	0.09	0.09	0.09	
$K_{\varphi x}$	=	1.13	1.13	1.13	coefficiente che tiene conto della viscosità
$(1/r_0)_x$	=	0.0014	0.0014	0.0014	
$(1/r)_x$	=	0.0016	0.0016	0.0016	curvatura longitudinale
e_{2x}	=	0.41	0.41	0.41	m inflessione longitudinale
M_{2y}	=	12207.8	10833.0	7221.6	kNm momento nominale del 2° ordine longitudinale
M_{Edy}	=	17642.5	16264.9	23679.8	kNm momento di progetto longitudinale

Buckling trasversale

M_{SLE}/M_{SLU}	=	0.74	0.74	0.74	rapporto momento SLE/momento SLU
$\varphi_{eff,y}$	=	1.48	1.48	1.48	coefficiente di viscosità efficace
β_y	=	0.20	0.20	0.20	
$K_{\varphi y}$	=	1.29	1.29	1.29	
$(1/r_0)_y$	=	0.0011	0.0011	0.0011	curvatura trasversale
$(1/r)_y$	=	0.0014	0.0014	0.0014	curvatura trasversale
e_{2y}	=	0.35	0.35	0.35	m inflessione trasversale
M_{2x}	=	10456.4	9278.8	6185.5	kNm momento nominale del 2° ordine trasversale
M_{Edx}	=	34319.8	49200.1	13945.7	kNm momento di progetto trasversale

Buckling flessione deviata - verifica geometrica

$\lambda_{max}/\lambda_{min}$	=	1.37	1.37	1.37	rapporto di snellezza massimo (se ≤ 2 sufficiente verifica a flessione semplice)
$b_{x,eq}$	=	2.82	2.82	2.82	m dimensione longitudinale equivalente
$b_{y,eq}$	=	3.88	3.88	3.88	m dimensione trasversale equivalente
e_x	=	0.10	0.12	0.85	m eccentricità longitudinale che non tiene conto delle imperfezioni
e_y	=	0.72	1.43	0.36	m eccentricità trasversale che non tiene conto delle imperfezioni
e_{x0}	=	0.18	0.21	0.93	m eccentricità longitudinale
e_{y0}	=	0.80	1.51	0.44	m eccentricità trasversale
e/b	=	0.17	0.10	1.54	minimo rapporto eccentricità/dimensioni equivalenti

Buckling flessione deviata - verifica semplificata

N_{Rd}	=	-	-	170236	kN forza nominale resistente
a	=	-	-	1.50	esponente del dominio
M_{Rdx}	=	-	-	59719	kNm momento resistente trasversale per pressoflessione retta
M_{Rdy}	=	-	-	44870	kNm momento resistente longitudinale per pressoflessione retta
check	=	-	-	0.50	se < 1 verifica soddisfatta

PILA 03

**EFFETTI DEL SECONDO ORDINE IN PRESENZA DI CARICO ASSIALE (EC2 - § 5.8)
METODO DELLA CURVATURA NOMINALE**

	Nmax	Mx,max	My,max		
Materiali					
R_{ck}	=	35	35	35	MPa resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	29.1	29.1	29.1	MPa resistenza caratteristica cilindrica
γ_c	=	1.50	1.50	1.50	coefficiente parziale di sicurezza
α_{cc}	=	0.85	0.85	0.85	coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
f_{cd}	=	14.11	14.11	14.11	MPa resistenza di calcolo a compressione
f_{cm}	=	37.05	37.05	37.05	MPa resistenza cilindrica media
E_{cm}	=	32588	32588	32588	MPa modulo elastico istantaneo
f_{yk}	=	450.0	450.0	450.0	MPa tensione caratteristica di snervamento acciaio
γ_s	=	1.15	1.15	1.15	coefficiente di sicurezza
f_{yd}	=	391	391	391	MPa tensione di snervamento di calcolo acciaio
E_s	=	206000	206000	206000	MPa modulo elastico acciaio
ϵ_{yd}	=	0.0019	0.0019	0.0019	deformazione allo snervamento di calcolo
Geometria					
d_x	=	2.95	2.95	2.95	m altezza utile longitudinale
d_y	=	3.95	3.95	3.95	m altezza utile trasversale
A_c	=	10.88	10.88	10.88	m ² area sezione trasversale
L	=	34.66	34.66	34.66	m altezza elemento
J_x	=	13.63	13.63	13.63	m ⁴ momento d'inerzia trasversale
J_y	=	7.22	7.22	7.22	m ⁴ momento d'inerzia longitudinale
i_x	=	0.81	0.81	0.81	m ² raggio d'inerzia longitudinale
i_y	=	1.12	1.12	1.12	m ² raggio d'inerzia trasversale
A_s	=	72206	72206	72206	mm ² area armatura longitudinale totale disposta nella sezione
ω	=	0.18	0.18	0.18	rapporto meccanico di armatura
α_x	=	2.00	2.00	2.00	coefficiente di vincolo longitudinale
α_y	=	2.00	2.00	2.00	coefficiente di vincolo 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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 63 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

L_{0x}	=	69.32	69.32	69.32	m	lunghezza libera d'inflexione longitudinale
L_{0y}	=	69.32	69.32	69.32	m	lunghezza libera d'inflexione trasversale
λ_x	=	85.1	85.1	85.1		snellezza longitudinale
λ_y	=	61.9	61.9	61.9		snellezza trasversale
λ	=	85.1	85.1	85.1		snellezza massima

Eccentricità

ϑ_0	=	0.005	0.005	0.005		
α_h	=	0.67	0.67	0.67		
α_m	=	1.00	1.00	1.00		
ϑ_1	=	0.003	0.003	0.003		
e_{ix}	=	0.12	0.12	0.12	m	eccentricità aggiuntiva longitudinale
e_{iy}	=	0.12	0.12	0.12	m	eccentricità aggiuntiva trasversale

Sollecitazioni

N_{Ed}	=	46892.2	42832.7	28784.2	kN	sforzo normale di calcolo
$M_{1,x}$	=	28109.7	49245.3	7058.8	kN*m	momento flettente trasversale del primo ordine
$M_{2,x}$	=	28109.7	49245.3	7058.8	kN*m	momento flettente trasversale del primo ordine
$M_{1,y}$	=	0.0	0.0	0.0	kN*m	momento flettente longitudinale del primo ordine
$M_{2,y}$	=	5817.3	6330.6	22045.8	kN*m	momento flettente longitudinale del primo ordine
$M_{01,x}$	=	33527	54194	10384	kN*m	minimo momento flettente trasversale (in valore assoluto)
$M_{02,x}$	=	33527	54194	10384	kN*m	massimo momento flettente trasversale (in valore assoluto)
$M_{01,y}$	=	5417.6	4948.6	3325.5	kN*m	minimo momento flettente longitudinale (in valore assoluto)
$M_{02,y}$	=	11234.9	11279.2	25371.3	kN*m	massimo momento flettente longitudinale (in valore assoluto)
$M_{0Ed,x}$	=	33527.3	54193.9	10384.3	kN*m	momento flettente di calcolo trasversale equivalente
$M_{0Ed,y}$	=	8908.0	8747.0	16553.0	kN*m	momento flettente di calcolo longitudinale equivalente

Valutazione della snellezza limite

A	=	0.70	0.70	0.70		
B	=	1.17	1.17	1.17		coefficiente funzione del rapporto meccanico di armatura
C	=	0.70	0.70	0.70		coefficiente funzione del rapporto dei momenti flettenti alle estremità (=0.7 se il rapporto non è noto)
n	=	0.31	0.28	0.19		forza assiale adimensionale
λ_{lim}	=	20.7	21.7	26.5		snellezza limite
		NO	NO	NO		

Buckling

n_u	=	1.18	1.18	1.18		
n_{bal}	=	0.40	0.40	0.40		
K_r	=	1.00	1.00	1.00		coefficiente correttivo funzione del carico assiale
$\varphi(\infty, t_0)$	=	2.00	2.00	2.00		coefficiente di viscosità a tempo infinito
c	=	9.87	9.87	9.87		fattore funzione della distribuzione della curvatura

Buckling longitudinale

M_{SLE}/M_{SLU}	=	0.74	0.74	0.74		rapporto momento SLE/momento SLU
$\varphi_{eff,x}$	=	1.48	1.48	1.48		coefficiente di viscosità efficace
β_x	=	-0.07	-0.07	-0.07		
$K_{\varphi x}$	=	1.00	1.00	1.00		coefficiente che tiene conto della viscosità
$(1/r_0)_x$	=	0.0014	0.0014	0.0014		
$(1/r)_x$	=	0.0014	0.0014	0.0014		curvatura longitudinale
e_{2x}	=	0.70	0.70	0.70	m	inflexione longitudinale
M_{2y}	=	32668.6	29840.4	20053.2	kNm	momento nominale del 2° ordine longitudinale
M_{Edy}	=	41576.6	38587.4	36606.2	kNm	momento di progetto longitudinale

Buckling trasversale

M_{SLE}/M_{SLU}	=	0.74	0.74	0.74		rapporto momento SLE/momento SLU
$\varphi_{eff,y}$	=	1.48	1.48	1.48		coefficiente di viscosità efficace
β_y	=	0.08	0.08	0.08		
$K_{\varphi y}$	=	1.12	1.12	1.12		
$(1/r_0)_y$	=	0.0011	0.0011	0.0011		curvatura trasversale
$(1/r)_y$	=	0.0012	0.0012	0.0012		curvatura trasversale
e_{2y}	=	0.58	0.58	0.58	m	inflexione trasversale
M_{2x}	=	27375.0	25005.1	16803.8	kNm	momento nominale del 2° ordine trasversale
M_{Edx}	=	60902.4	79199.0	27188.2	kNm	momento di progetto trasversale

Buckling flessione deviata - verifica geometrica

$\lambda_{max}/\lambda_{min}$	=	1.37	1.37	1.37		rapporto di snellezza massimo (se ≤ 2 sufficiente verifica a flessione semplice)
$b_{x,eq}$	=	2.82	2.82	2.82	m	dimensione longitudinale equivalente
$b_{y,eq}$	=	3.88	3.88	3.88	m	dimensione trasversale equivalente
e_x	=	0.07	0.09	0.46	m	eccentricità longitudinale che non tiene conto delle imperfezioni
e_y	=	0.60	1.15	0.25	m	eccentricità trasversale che non tiene conto delle imperfezioni
e_{x0}	=	0.19	0.20	0.58	m	eccentricità longitudinale
e_{y0}	=	0.71	1.27	0.36	m	eccentricità trasversale
e/b	=	0.19	0.12	1.16		minimo rapporto eccentricità/dimensioni equivalenti

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 64 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

Buckling flessione deviata - verifica semplificata

N_{Rd}	=	-	-	181771	kN	forza nominale resistente
a	=	-	-	1.50		esponente del dominio
M_{Rdx}	=	-	-	91728	kNm	momento resistente trasversale per pressoflessione retta
M_{Rdy}	=	-	-	69773	kNm	momento resistente longitudinale per pressoflessione retta
check	=	-	-	0.54		se <1 verifica soddisfatta

PILA 04

EFFETTI DEL SECONDO ORDINE IN PRESENZA DI CARICO ASSIALE (EC2 - § 5.8) METODO DELLA CURVATURA NOMINALE

	Nmax	Mx,max	My,max			
Materiali						
R_{ck}	=	35	35	35	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	29.1	29.1	29.1	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
γ_c	=	1.50	1.50	1.50		coefficiente parziale di sicurezza
α_{cc}	=	0.85	0.85	0.85		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
f_{cd}	=	14.11	14.11	14.11	MPa	resistenza di calcolo a compressione
f_{cm}	=	37.05	37.05	37.05	MPa	resistenza cilindrica media
E_{cm}	=	32588	32588	32588	MPa	modulo elastico istantaneo
f_{yk}	=	450.0	450.0	450.0	MPa	tensione caratteristica di snervamento acciaio
γ_s	=	1.15	1.15	1.15		coefficiente di sicurezza
f_{yd}	=	391	391	391	MPa	tensione di snervamento di calcolo acciaio
E_s	=	206000	206000	206000	MPa	modulo elastico acciaio
ϵ_{yd}	=	0.0019	0.0019	0.0019		deformazione allo snervamento di calcolo
Geometria						
d_x	=	2.95	2.95	2.95	m	altezza utile longitudinale
d_y	=	3.95	3.95	3.95	m	altezza utile trasversale
A_c	=	10.88	10.88	10.88	m ²	area sezione trasversale
L	=	27.46	27.46	27.46	m	altezza elemento
J_x	=	13.63	13.63	13.63	m ⁴	momento d'inerzia trasversale
J_y	=	7.22	7.22	7.22	m ⁴	momento d'inerzia longitudinale
i_x	=	0.81	0.81	0.81	m ²	raggio d'inerzia longitudinale
i_y	=	1.12	1.12	1.12	m ²	raggio d'inerzia trasversale
A_s	=	61525	61525	61525	mm ²	area armatura longitudinale totale disposta nella sezione
ω	=	0.16	0.16	0.16		rapporto meccanico di armatura
α_x	=	2.00	2.00	2.00		coefficiente di vincolo longitudinale
α_y	=	2.00	2.00	2.00		coefficiente di vincolo trasversale
L_{0x}	=	54.92	54.92	54.92	m	lunghezza libera d'inflessione longitudinale
L_{0y}	=	54.92	54.92	54.92	m	lunghezza libera d'inflessione trasversale
λ_x	=	67.4	67.4	67.4		snellezza longitudinale
λ_y	=	49.1	49.1	49.1		snellezza trasversale
λ	=	67.4	67.4	67.4		snellezza massima
Eccentricità						
ϑ_0	=	0.005	0.005	0.005		
α_h	=	0.67	0.67	0.67		
α_m	=	1.00	1.00	1.00		
ϑ_1	=	0.003	0.003	0.003		
e_{ix}	=	0.09	0.09	0.09	m	eccentricità aggiuntiva longitudinale
e_{iy}	=	0.09	0.09	0.09	m	eccentricità aggiuntiva trasversale
Sollecitazioni						
N_{Ed}	=	46471.0	42591.4	28180.4	kN	sforzo normale di calcolo
$M_{1,x}$	=	27182.1	48091.4	8210.4	kN*m	momento flettente trasversale del primo ordine
$M_{2,x}$	=	27182.1	48091.4	8210.4	kN*m	momento flettente trasversale del primo ordine
$M_{1,y}$	=	0.0	0.0	0.0	kN*m	momento flettente longitudinale del primo ordine
$M_{2,y}$	=	7667.1	8530.5	26762.5	kN*m	momento flettente longitudinale del primo ordine
$M_{01,x}$	=	31436	51990	10790	kN*m	minimo momento flettente trasversale (in valore assoluto)
$M_{02,x}$	=	31436	51990	10790	kN*m	massimo momento flettente trasversale (in valore assoluto)
$M_{01,y}$	=	4253.6	3898.5	2579.4	kN*m	minimo momento flettente longitudinale (in valore assoluto)
$M_{02,y}$	=	11920.7	12429.0	29342.0	kN*m	massimo momento flettente longitudinale (in valore assoluto)
$M_{0Ed,x}$	=	31435.8	51989.9	10789.8	kN*m	momento flettente di calcolo trasversale equivalente
$M_{0Ed,y}$	=	8853.9	9016.8	18637.0	kN*m	momento flettente di calcolo longitudinale equivalente

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 65 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

Valutazione della snellezza limite

A	=	0.70	0.70	0.70	
B	=	1.15	1.15	1.15	
C	=	0.70	0.70	0.70	coefficiente funzione del rapporto meccanico di armatura
n	=	0.30	0.28	0.18	coefficiente funzione del rapporto dei momenti flettenti alle estremità (=0.7 se il rapporto non è noto)
λ_{lim}	=	20.4	21.3	26.2	forza assiale adimensionale
		NO	NO	NO	snellezza limite

Buckling

n_u	=	1.16	1.16	1.16	
n_{bal}	=	0.40	0.40	0.40	
K_r	=	1.00	1.00	1.00	coefficiente correttivo funzione del carico assiale
$\varphi(\infty, t_0)$	=	2.00	2.00	2.00	coefficiente di viscosità a tempo infinito
c	=	9.87	9.87	9.87	fattore funzione della distribuzione della curvatura

Buckling longitudinale

M_{SLE}/M_{SLU}	=	0.74	0.74	0.74	rapporto momento SLE/momento SLU
$\varphi_{eff,x}$	=	1.48	1.48	1.48	coefficiente di viscosità efficace
β_x	=	0.05	0.05	0.05	
K_{px}	=	1.07	1.07	1.07	coefficiente che tiene conto della viscosità
$(1/r_0)_x$	=	0.0014	0.0014	0.0014	
$(1/r)_x$	=	0.0015	0.0015	0.0015	curvatura longitudinale
e_{2x}	=	0.47	0.47	0.47	m inflessione longitudinale
M_{2y}	=	21700.2	19888.6	13159.2	kNm momento nominale del 2° ordine longitudinale
M_{Edy}	=	30554.1	28905.4	31796.2	kNm momento di progetto longitudinale

Buckling trasversale

M_{SLE}/M_{SLU}	=	0.74	0.74	0.74	rapporto momento SLE/momento SLU
$\varphi_{eff,y}$	=	1.48	1.48	1.48	coefficiente di viscosità efficace
β_y	=	0.17	0.17	0.17	
K_{py}	=	1.25	1.25	1.25	
$(1/r_0)_y$	=	0.0011	0.0011	0.0011	curvatura trasversale
$(1/r)_y$	=	0.0013	0.0013	0.0013	curvatura trasversale
e_{2y}	=	0.41	0.41	0.41	m inflessione trasversale
M_{2x}	=	18957.1	17374.5	11495.8	kNm momento nominale del 2° ordine trasversale
M_{Edx}	=	50392.9	69364.4	22285.6	kNm momento di progetto trasversale

Buckling flessione deviata - verifica geometrica

$\lambda_{max}/\lambda_{min}$	=	1.37	1.37	1.37	rapporto di snellezza massimo (se ≤ 2 sufficiente verifica a flessione semplice)
$b_{x,eq}$	=	2.82	2.82	2.82	m dimensione longitudinale equivalente
$b_{y,eq}$	=	3.88	3.88	3.88	m dimensione trasversale equivalente
e_x	=	0.10	0.12	0.57	m eccentricità longitudinale che non tiene conto delle imperfezioni
e_y	=	0.58	1.13	0.29	m eccentricità trasversale che non tiene conto delle imperfezioni
e_{x0}	=	0.19	0.21	0.66	m eccentricità longitudinale
e_{y0}	=	0.68	1.22	0.38	m eccentricità trasversale
e/b	=	0.20	0.13	1.26	minimo rapporto eccentricità/dimensioni equivalenti

Buckling flessione deviata - verifica semplificata

N_{Rd}	=	177592	-	177592	kN forza nominale resistente
a	=	1.50	-	1.50	esponente del dominio
M_{Rdx}	=	102728	-	84853	kNm momento resistente trasversale per pressoflessione retta
M_{Rdy}	=	78421	-	64352	kNm momento resistente longitudinale per pressoflessione retta
check	=	0.59	-	0.48	se < 1 verifica soddisfatta

5.2.2 Verifica di resistenza per l'instabilità

Nelle figure seguenti sono riportate le verifiche di resistenza a presso-flessione per le pile del viadotto. Le verifiche sono state condotte con l'ausilio del programma V.C.A.S.L.U. così come già illustrato nel paragrafo per le verifiche di resistenza.

Si fa notare che, nella combinazione che massimizza lo sforzo assiale, laddove possibile, la verifica è stata condotta in presso-flessione deviata considerando agenti contemporaneamente i due momenti di progetto (trasversali e longitudinali): questa scelta, a favore di sicurezza, è stata fatta per semplificare i calcoli e non realizzare due verifiche in presso-flessione retta.

PILA 01

massimo sforzo assiale

Verifica C.A. S.L.U. - File: P01_N-max(Mrdx)

Titolo: Instabilità: presso-flessione deviata

N° Vertici: 4 N° barre: 136

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	-150	-200	1	2.54	-118.1	10
2	150	-200	2	2.54	-118.1	20
3	150	200	3	2.54	-118.1	30
4	-150	200	4	2.54	-118.1	40
5			5	2.54	-122.359	16.50845
6			6	2.54	132.164	18.46961

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 24398.8 kN
 M_{xEd}: 0 kNm
 M_{yEd}: 0 kNm

P.to applicazione N: Centro

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

Tipo flessione: Retta

M_{xRd}: 64'028 kN m

Materiali: B450C, C28/35

σ_{su}: 67.5% ε_{c2}: 2%
 f_{yd}: 391.3 N/mm² ε_{cu}: 3.5%
 E_s: 200'000 N/mm² f_{cd}: 15.87
 E_s/E_c: 15 f_{cc}/f_{cd}: 0.8
 ε_{syd}: 1.957% σ_{c,adm}: 11
 σ_{s,adm}: 255 N/mm² τ_{co}: 0.6667
 τ_{c1}: 1.971

σ_c: -15.87 N/mm²
 σ_s: 391.3 N/mm²
 ε_s: 3.5%
 ε_s: 14.16%
 d: 393.1 cm
 x: 77.92 x/d: 0.1982
 δ: 0.7

Verifica C.A. S.L.U. - File: P01_N-max(Mrdy)

Titolo: Instabilità: presso-flessione deviata semplificata (Mrdy)

N° Vertici: 4 N° barre: 136

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	-200	-150	1	2.54	119.3204	143.1
2	200	-150	2	2.54	109.32	143.1
3	200	150	3	2.54	39.31953	143.1
4	-200	150	4	2.54	39.31908	143.1
5			5	2.54	79.31864	143.1
6			6	2.54	69.3182	143.1

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 24398.8 kN
 M_{xEd}: 0 kNm
 M_{yEd}: 0 kNm

P.to applicazione N: Centro

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

Tipo flessione: Retta

M_{xRd}: 48'217 kN m

Materiali: B450C, C28/35

σ_{su}: 67.5% ε_{c2}: 2%
 f_{yd}: 391.3 N/mm² ε_{cu}: 3.5%
 E_s: 200'000 N/mm² f_{cd}: 15.87
 E_s/E_c: 15 f_{cc}/f_{cd}: 0.8
 ε_{syd}: 1.957% σ_{c,adm}: 11
 σ_{s,adm}: 255 N/mm² τ_{co}: 0.6667
 τ_{c1}: 1.971

σ_c: -15.87 N/mm²
 σ_s: 391.3 N/mm²
 ε_s: 3.5%
 ε_s: 14.68%
 d: 293.1 cm
 x: 56.44 x/d: 0.1926
 δ: 0.7

massimo momento trasversale

Verifica C.A. S.L.U. - File: P01_Mx-max

Titolo: Instabilità: presso-flessione semplice

N° Vertici: 4 N° barre: 136

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	-150	-200	1	2.54	-118.1	10
2	150	-200	2	2.54	-118.1	20
3	150	200	3	2.54	-118.1	30
4	-150	200	4	2.54	-118.1	40
5			5	2.54	-122.359	16.50845
6			6	2.54	132.164	18.46961

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 21565.4 kN
 M_{xEd}: 23954.1 kNm
 M_{yEd}: 0 kNm

P.to applicazione N: Centro

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

Tipo flessione: Retta

M_{xRd}: 60'173 kN m

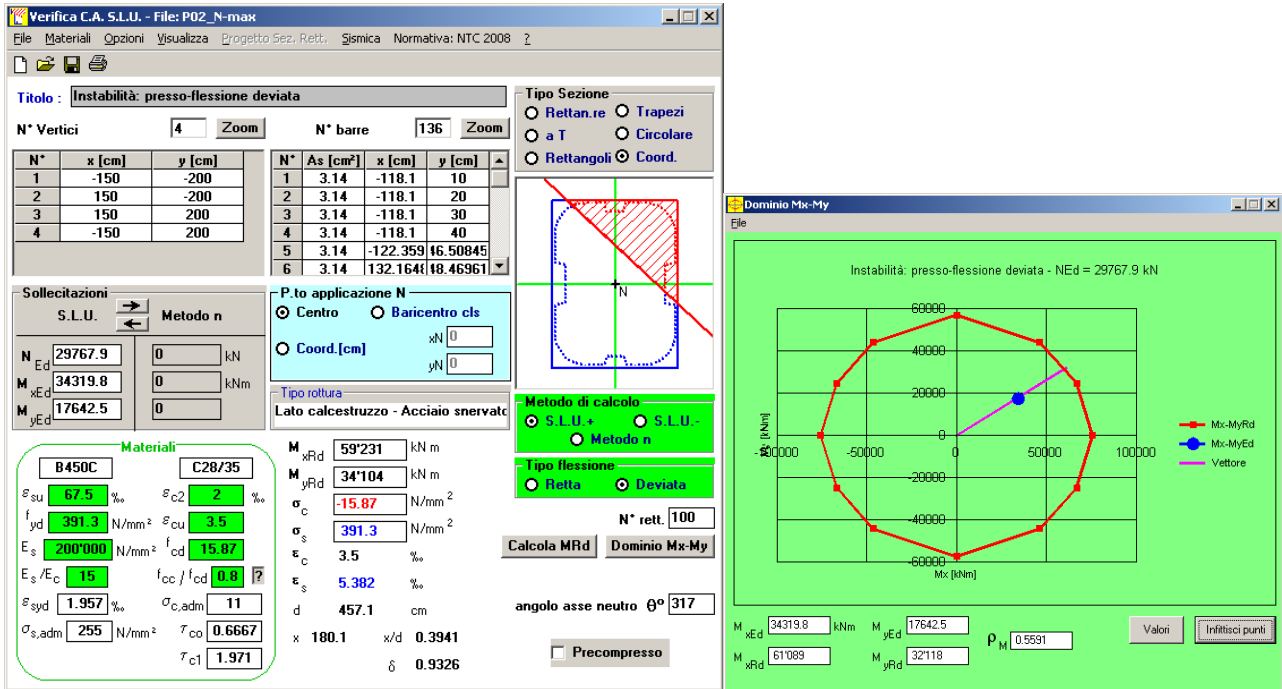
Materiali: B450C, C28/35

σ_{su}: 67.5% ε_{c2}: 2%
 f_{yd}: 391.3 N/mm² ε_{cu}: 3.5%
 E_s: 200'000 N/mm² f_{cd}: 15.87
 E_s/E_c: 15 f_{cc}/f_{cd}: 0.8
 ε_{syd}: 1.957% σ_{c,adm}: 11
 σ_{s,adm}: 255 N/mm² τ_{co}: 0.6667
 τ_{c1}: 1.971

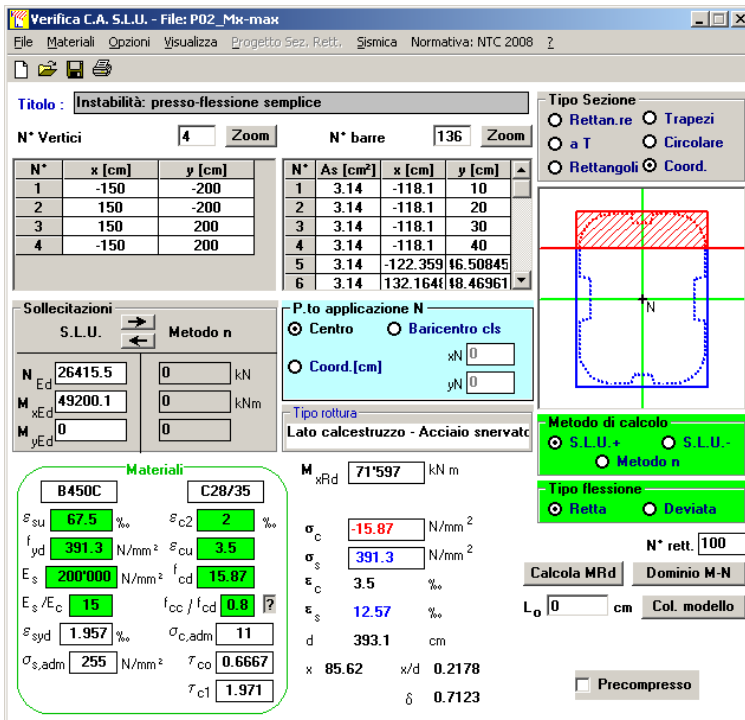
σ_c: -15.87 N/mm²
 σ_s: 391.3 N/mm²
 ε_s: 3.5%
 ε_s: 15.8%
 d: 393.1 cm
 x: 71.28 x/d: 0.1813
 δ: 0.7

PILA 02

massimo sforzo assiale



massimo momento trasversale



massimo momento longitudinale

Verifica C.A. S.L.U. - File: P02_My-max(Mrds)

TITOLO: Instabilità: presso-flessione deviata semplificata (Mrds)

N° Vertici: 4 N° barre: 136

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	-150	-200	1	3.14	-118.1	10
2	150	-200	2	3.14	-118.1	20
3	150	200	3	3.14	-118.1	30
4	-150	200	4	3.14	-118.1	40
5	3.14	-122.359	5	132.164	18.46961	
6	3.14	132.164	6	132.164	18.46961	

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 17609.3 kN
 M_{xEd}: 0 kNm
 M_{yEd}: 0 kNm

P.to applicazione N: Centro

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione: Retta

Materiali: B450C, C28/35

M_{xRd}: 59'719 kNm

σ_c: -15.87 N/mm²
 σ_{cu}: 391.3 N/mm²
 ε_s: 3.5 ‰
 ε_s: 17.53 ‰
 d: 393.1 cm
 x: 65.42 x/d: 0.1664
 δ: 0.7

Verifica C.A. S.L.U. - File: P02_My-max(Mrds)

TITOLO: Instabilità: presso-flessione deviata semplificata (Mrdy)

N° Vertici: 4 N° barre: 136

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	-200	-150	1	3.14	119.3204	143.1
2	200	-150	2	3.14	109.32	143.1
3	200	150	3	3.14	39.31953	143.1
4	-200	150	4	3.14	39.31908	143.1
5	3.14	-122.359	5	132.164	18.46961	
6	3.14	132.164	6	132.164	18.46961	

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 17609.3 kN
 M_{xEd}: 0 kNm
 M_{yEd}: 0 kNm

P.to applicazione N: Centro

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione: Retta

Materiali: B450C, C28/35

M_{xRd}: 44'870 kNm

σ_c: -15.87 N/mm²
 σ_{cu}: 391.3 N/mm²
 ε_s: 3.5 ‰
 ε_s: 18.37 ‰
 d: 293.1 cm
 x: 46.9 x/d: 0.16
 δ: 0.7

PILA 03

massimo sforzo assiale

Verifica C.A. S.L.U. - File: P03_N-max

TITOLO: Instabilità: presso-flessione deviata

N° Vertici: 4 N° barre: 136

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	-150	-200	1	5.31	-118.1	10
2	150	-200	2	5.31	-118.1	20
3	150	200	3	5.31	-118.1	30
4	-150	200	4	5.31	-118.1	40
5	5.31	-122.359	5	132.164	18.46961	
6	5.31	132.164	6	132.164	18.46961	

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 46892.2 kN
 M_{xEd}: 60902.4 kNm
 M_{yEd}: 41576.6 kNm

P.to applicazione N: Centro

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione: Retta

Materiali: B450C, C28/35

M_{xRd}: 74'123 kNm
 M_{yRd}: 53'054 kNm
 σ_c: -15.87 N/mm²
 σ_{cu}: 391.3 N/mm²
 ε_s: 3.5 ‰
 ε_s: 3.748 ‰
 d: 445.4 cm
 x: 215.1 x/d: 0.4829
 δ: 1

angolo asse neutro θ°: 309

Dominio Mx-My

Instabilità: presso-flessione deviata - N_{Ed} = 46892.2 kN

Plot showing interaction between M_x [Nm] and M_y [Nm].

M_{xEd}: 60902.4 kNm M_{yEd}: 41576.6 kNm
 M_{xRd}: 75408 kNm M_{yRd}: 51'978 kNm
 ρ_M: 0.8051

massimo momento trasversale

Verifica C.A. S.L.U. - File: P03_Mx-max

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

Titolo: Instabilità: presso-flessione semplice

N° Vertici: 4 Zoom N° barre: 136 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]
1	-150	-200
2	150	-200
3	150	200
4	-150	200

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	5.31	-118.1	10
2	5.31	-118.1	20
3	5.31	-118.1	30
4	5.31	-118.1	40
5	5.31	-122.359	16.50845
6	5.31	132.164	18.46961

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 42832.7 0 kN
 M_{xEd} 79199 0 kNm
 M_{yEd} 0 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

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N L₀ 0 cm Col. modello

Precompresso

Materiali: B450C C28/35

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} 15.87
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ϵ_{syd} 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 11
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.6667
 τ_{c1} 1.971

M_{xRd} 105'384 kN m
 σ_c -15.87 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ϵ_c 3.5 ‰
 ϵ_s 7.155 ‰
 d 393.1 cm
 x 129.1 x/d 0.3285
 δ 0.8506

massimo momento longitudinale

Verifica C.A. S.L.U. - File: P03_My-max(Mrdx)

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

Titolo: Instabilità: presso-flessione deviata semplificata (Mrdx)

N° Vertici: 4 Zoom N° barre: 136 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]
1	-150	-200
2	150	-200
3	150	200
4	-150	200

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	5.31	-118.1	10
2	5.31	-118.1	20
3	5.31	-118.1	30
4	5.31	-118.1	40
5	5.31	-122.359	16.50845
6	5.31	132.164	18.46961

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 28784.2 0 kN
 M_{xEd} 0 0 kNm
 M_{yEd} 0 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

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N L₀ 0 cm Col. modello

Precompresso

Materiali: B450C C28/35

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} 15.87
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ϵ_{syd} 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 11
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.6667
 τ_{c1} 1.971

M_{xRd} 91'728 kN m
 σ_c -15.87 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ϵ_c 3.5 ‰
 ϵ_s 10.22 ‰
 d 393.1 cm
 x 100.2 x/d 0.255
 δ 0.7588

Verifica C.A. S.L.U. - File: P03_My-max(Mrddy)

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

Titolo: Instabilità: presso-flessione deviata semplificata (Mrdy)

N° Vertici: 4 Zoom N° barre: 136 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]
1	-200	-150
2	200	-150
3	200	150
4	-200	150

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	5.31	119.3204	143.1
2	5.31	109.32	143.1
3	5.31	39.31955	143.1
4	5.31	39.31906	143.1
5	5.31	79.31864	143.1
6	5.31	69.3182	143.1

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 28784.2 0 kN
 M_{xEd} 0 0 kNm
 M_{yEd} 0 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

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N L₀ 0 cm Col. modello

Precompresso

Materiali: B450C C28/35

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} 15.87
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ϵ_{syd} 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 11
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.6667
 τ_{c1} 1.971

M_{xRd} 69'773 kN m
 σ_c -15.87 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ϵ_c 3.5 ‰
 ϵ_s 10.87 ‰
 d 293.1 cm
 x 71.38 x/d 0.2435
 δ 0.7444

PILA 04

massimo sforzo assiale

Verifica C.A. S.L.U. - File: P04_N-max(Mrdx)

Titolo: Instabilità: presso-flessione deviata

N° Vertici: 4 | N° barre: 136

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	-150	-200	1	4.52	-118.1	10
2	150	-200	2	4.52	-118.1	20
3	150	200	3	4.52	-118.1	30
4	-150	200	4	4.52	-118.1	40
5			5	4.52	-122.359	16.50845
6			6	4.52	132.164	18.46961

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 46471 kN
 M_{xEd}: 0 kNm
 M_{yEd}: 0 kNm

P.to applicazione N: Centro

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

Tipo flessione: Retta

M_{xRd}: 102728 kNm

Materiali: B450C, C28/35

σ_{su}: 67.5 ‰, ε_{c2}: 2 ‰, σ_c: -15.87 N/mm², σ_{cu}: 391.3 N/mm², ε_{cu}: 3.5 ‰, E_s: 200000 N/mm², f_{cd}: 15.87, E_s/E_c: 15, f_{cc}/f_{cd}: 0.8, ε_{syd}: 1.957 ‰, σ_{c,adm}: 11, σ_{s,adm}: 255 N/mm², τ_{co}: 0.6667, τ_{c1}: 1.971

σ_c: -15.87 N/mm², σ_{cu}: 391.3 N/mm², ε_c: 3.5 ‰, ε_s: 6.714 ‰, d: 393.1 cm, x: 134.7, x/d: 0.3427, δ: 0.8684

N° rett: 100, Col. modello

Precompresso

Verifica C.A. S.L.U. - File: P04_N-max(Mrdy)

Titolo: Instabilità: presso-flessione deviata semplificata (Mrdy)

N° Vertici: 4 | N° barre: 136

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	-200	-150	1	4.52	119.3204	143.1
2	200	-150	2	4.52	109.32	143.1
3	200	150	3	4.52	39.31953	143.1
4	-200	150	4	4.52	39.31908	143.1
5			5	4.52	79.31864	143.1
6			6	4.52	69.3182	143.1

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 46471 kN
 M_{xEd}: 0 kNm
 M_{yEd}: 0 kNm

P.to applicazione N: Centro

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

Tipo flessione: Retta

M_{xRd}: 78421 kNm

Materiali: B450C, C28/35

σ_{su}: 67.5 ‰, ε_{c2}: 2 ‰, σ_c: -15.87 N/mm², σ_{cu}: 391.3 N/mm², ε_{cu}: 3.5 ‰, E_s: 200000 N/mm², f_{cd}: 15.87, E_s/E_c: 15, f_{cc}/f_{cd}: 0.8, ε_{syd}: 1.957 ‰, σ_{c,adm}: 11, σ_{s,adm}: 255 N/mm², τ_{co}: 0.6667, τ_{c1}: 1.971

σ_c: -15.87 N/mm², σ_{cu}: 391.3 N/mm², ε_c: 3.5 ‰, ε_s: 6.855 ‰, d: 293.1 cm, x: 99.07, x/d: 0.338, δ: 0.8625

N° rett: 100, Col. modello

Precompresso

massimo momento trasversale

Verifica C.A. S.L.U. - File: P04_Mx-max

Titolo: Instabilità: presso-flessione semplice

N° Vertici: 4 | N° barre: 136

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	-150	-200	1	4.52	-118.1	10
2	150	-200	2	4.52	-118.1	20
3	150	200	3	4.52	-118.1	30
4	-150	200	4	4.52	-118.1	40
5			5	4.52	-122.359	16.50845
6			6	4.52	132.164	18.46961

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 42591.4 kN
 M_{xEd}: 69364.4 kNm
 M_{yEd}: 0 kNm

P.to applicazione N: Centro

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

Tipo flessione: Retta

M_{xRd}: 99422 kNm

Materiali: B450C, C28/35

σ_{su}: 67.5 ‰, ε_{c2}: 2 ‰, σ_c: -15.87 N/mm², σ_{cu}: 391.3 N/mm², ε_{cu}: 3.5 ‰, E_s: 200000 N/mm², f_{cd}: 15.87, E_s/E_c: 15, f_{cc}/f_{cd}: 0.8, ε_{syd}: 1.957 ‰, σ_{c,adm}: 11, σ_{s,adm}: 255 N/mm², τ_{co}: 0.6667, τ_{c1}: 1.971

σ_c: -15.87 N/mm², σ_{cu}: 391.3 N/mm², ε_c: 3.5 ‰, ε_s: 7.385 ‰, d: 393.1 cm, x: 126.4, x/d: 0.3215, δ: 0.8419

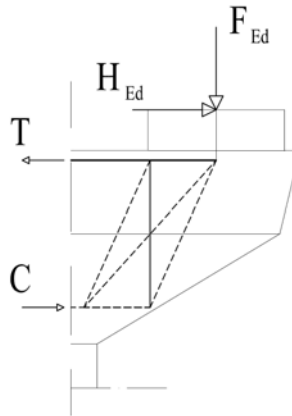
N° rett: 100, Col. modello

Precompresso

massimo momento longitudinale

6 VERIFICA DEL PULVINO

Il dimensionamento dell'armatura del pulvino è stato eseguito ipotizzando un meccanismo resistente tirante-puntone, seguendo le indicazioni dell' EC2.



Tale dimensionamento viene eseguito prendendo a riferimento due distinte condizioni di carico: la prima relativa alla massima azione verticale trasmessa dall'impalcato assieme alla corrispondente azione trasversale; la seconda relativa alla massima azione trasversale ed alla corrispondente azione verticale.

RIEPILOGO Pulvino più sollecitati combinazione

	Nmax	Vmax
Fz	20082	4305
V	421	753
	P04-D	P01-S

Si riporta di seguito il dettaglio dei calcoli 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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 72 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

Materiali

R_{ck}	=	35	35	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f_{ck}	=	29.05	29.05	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{cd}	=	16.5	16.5	MPa	resistenza di calcolo a compressione
f_{yd}	=	391.3	391.3	MPa	tensione di snervamento di calcolo
β_1	=	1.00	1.00		coefficiente per la resistenza del nodo compresso
$\sigma_{1Rd,max}$	=	14.55	14.55	MPa	resistenza a compressione per nodi compressi

Mensola

		P04-D	P01-S		
F_{Ed}	=	20082	4305	kN	azione verticale di calcolo appoggio
H_{Ed}	=	421	753	kN	azione orizzontale di calcolo appoggio

Geometria

a_c	=	1075	1075	mm	distanza asse appoggio estradosso pila
B	=	3000	3000	mm	larghezza pulvino
h_c	=	3200	3200	mm	altezza pulvino
c	=	125	125	mm	copriferro (armatura su 2 strati distanti 150 mm)
s	=	600	600	mm	altezza dente estradosso pulvino
b_1	=	1100	1100	mm	larghezza baggio
b_2	=	1100	1100	mm	lunghezza baggio
$b_{3,max}$	=	390	390	mm	altezza baggio (massima: a favore di sicurezza)
d	=	3075	3075	mm	altezza utile
z	=	2460	2460	mm	braccio della coppia interna
x_1	=	460.1	98.6	mm	larghezza biella compressa
y_1	=	615.0	615.0	mm	altezza biella compressa
a	=	1305.1	1124.3	mm	distanza tra F_{Ed} e asse larghezza pila collaborante
a_H	=	1115	1115	mm	distanza tra H_{Ed} e armatura

Verifica puntone e tirante principale (armatura orizzontale)

C	=	10845	2309	kN	risultante di compressione
T	=	11266	3062	kN	risultante di trazione
σ_c	=	2.94	0.63	MPa	tensione di compressione nel puntone
FS	=	4.95	23.25		
n	=	68	68		numero ferri superiore
\emptyset	=	26	26	mm	diametro armatura superiore
A_s	=	36103.2	36103.2	mm ²	area armatura superiore
σ_s	=	312.04	84.82	MPa	tensione di trazione nel tirante
FS	=	1.25	4.61		

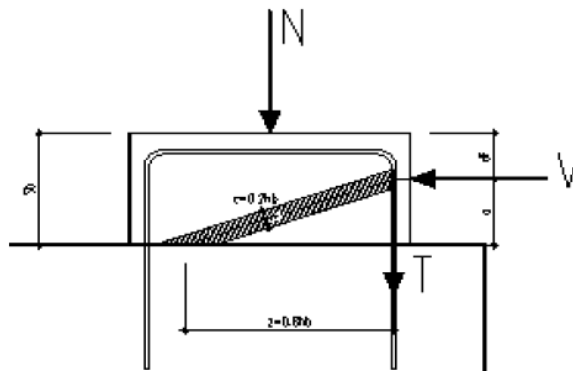
Verifica tirante secondario (armatura verticale)

F_{wd}	=	6191	1602	kN	disposizione staffe risultante forza di taglio
n_w	=	8	8		numero staffe
s_w	=	200	200	mm	passo staffe
\emptyset_w	=	20	20	mm	diametro staffe
k_2	=	0.25	0.25		coefficiente per l'armatura a taglio minima (0.25 se orizzontale 0.5 se verticale)
$A_{s,ink}$	=	9025.8	9025.8	mm ²	armatura minima a taglio
A_{sw}	=	16399.8	14128.6	mm ²	armatura di progetto
σ_s	=	376.52	113.42	MPa	tensione di trazione staffe
FS	=	1.04	3.45		

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 73 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

6.1 VERIFICA BAGGIOLI

La verifica è condotta considerando un meccanismo resistente tirante-puntone, seguendo le indicazioni dell'EC2, secondo quanto già fatto per il pulvino.



Inoltre, viene effettuata la verifica dell'armatura orizzontale considerando le forze di fenditura secondo quanto indicato nelle raccomandazioni FIP-CEB

Nella verifica della pressione di contatto si può osservare che le pressioni possono raggiungere valori molto elevati, prossimi a quelli della resistenza del calcestruzzo, a patto però che l'area caricata sia opportunamente distanziata dal bordo del calcestruzzo. In tal caso la diffusione del carico all'interno dell'elemento in calcestruzzo genera tensioni di trazione perpendicolari alla direzione del carico e bisogna predisporre un'opportuna armatura. L'armatura può essere calcolata mediante la seguente formulazione (FIP-CEB):

$$T = \frac{N}{3.3} \cdot \left(\frac{b - b_0}{b} \right)$$

in cui:

N = carico concentrato all'appoggio

b = larghezza del baggiolo

b₀ = larghezza dell'appoggio

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 74 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

Materiali

R_{ck}	=	45	45	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f_{ck}	=	37.35	37.35	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{cd}	=	21.2	21.2	MPa	resistenza di calcolo a compressione
f_{yd}	=	391.3	391.3	MPa	tensione di snervamento di calcolo
β_1	=	1.00	1.00		coefficiente per la resistenza del nodo compresso
$\sigma_{1Rd,max}$	=	18.00	18.00	MPa	resistenza a compressione per nodi compressi

Mensola

		P04-D	P01-S		
F_{Ed}	=	20082	4305	kN	azione verticale di calcolo appoggio
H_{Ed}	=	421	753	kN	azione orizzontale di calcolo appoggio

Geometria

b_1	=	1100	1100	mm	larghezza baggio
b_2	=	1100	1100	mm	lunghezza baggio
$b_{3,max}$	=	390	390	mm	altezza baggio (massima: a favore di sicurezza)
b_0	=	950	950	mm	larghezza appoggio
c	=	30	30	mm	copriferro
d	=	1070	1070	mm	altezza utile
z	=	856	856	mm	braccio della coppia interna
x_1	=	21.3	38.0	mm	larghezza biella compressa
y_1	=	214.0	214.0	mm	altezza biella compressa
a	=	400.6	409.0	mm	
α	=	0.44	0.45	rad	

Verifica puntone e tirante principale (armatura orizzontale)

C	=	465	835	kN	risultante di compressione
T	=	197	360	kN	risultante di trazione
σ_c	=	0.99	1.77	MPa	tensione di compressione nel puntone
FS	=	18.24	10.15		
n	=	6	6		numero ferri superiore
\emptyset	=	14	14	mm	diametro armatura superiore
A_s	=	923.6	923.6	mm ²	area armatura superiore
σ_s	=	213.29	389.79	MPa	tensione di trazione nel tirante
FS	=	1.83	1.00		

Verifiche a fenditura (armatura verticale)

T	=	830	178	kN	risultante forza di taglio
A_s	=	2120.7	2120.7	mm ²	armatura necessaria
n_{str}	=	2	2		numero strati
n_{br}	=	8	8		numero bracci x strato
\emptyset_w	=	14	14	mm	diametro staffe
A_{sw}	=	2463.0	2463.0	mm ²	armatura di progetto
FS	=	1.16	1.16		

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 75 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

7 VERIFICA DEI PALI DI FONDAZIONE

7.1 VERIFICHE STRUTTURALI

Per il calcolo delle sollecitazioni flettenti e taglianti agenti lungo il fusto del palo si adotta lo schema di palo con la testa impedita di ruotare, ma libera di traslare per effetto dell'azione orizzontale ivi applicata, ed immerso in un terreno schematizzato alla Winkler. Per la determinazione della lunghezza elastica del palo, λ , si adotta l'espressione di Zimmerman. Nella schematizzazione adottata le sollecitazioni indotte sul palo sono funzione del solo taglio agente in testa. Visto che i tagli massimo agenti sul singolo palo della palificata della generica pila hanno lo stesso ordine di grandezza si è ritenuto opportuno dimensionare le palificate della carreggiata SX con un'unica tipologia di armatura. Per tali ragioni si è analizzato il palo più sollecitato. Di seguito si riporta il dettaglio dei calcoli di dimensionamento e verifica delle palificate delle pile.

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

L	=	34 m	lunghezza palo
E	=	31447 MPa	modulo elastico calcestruzzo
D	=	1500 mm	diametro palo
J	=	248504887637 mm ⁴	momento d'inerzia del palo
K	=	13000 kN/m ³	costante di reazione del terreno
B	=	2250 mm	larghezza efficace del palo
E _s	=	29250 kN/m ²	modulo di elasticità del terreno
λ	=	5.72 m	lunghezza elastica del palo
h	=	0.00 m	altezza tratto libero
V _{max}	=	304.0 kN	taglio alla testa del palo
N	=	1737 kN	sforzo assiale alla testa del palo
M _{max}	=	869 kNm	massimo momento flettente

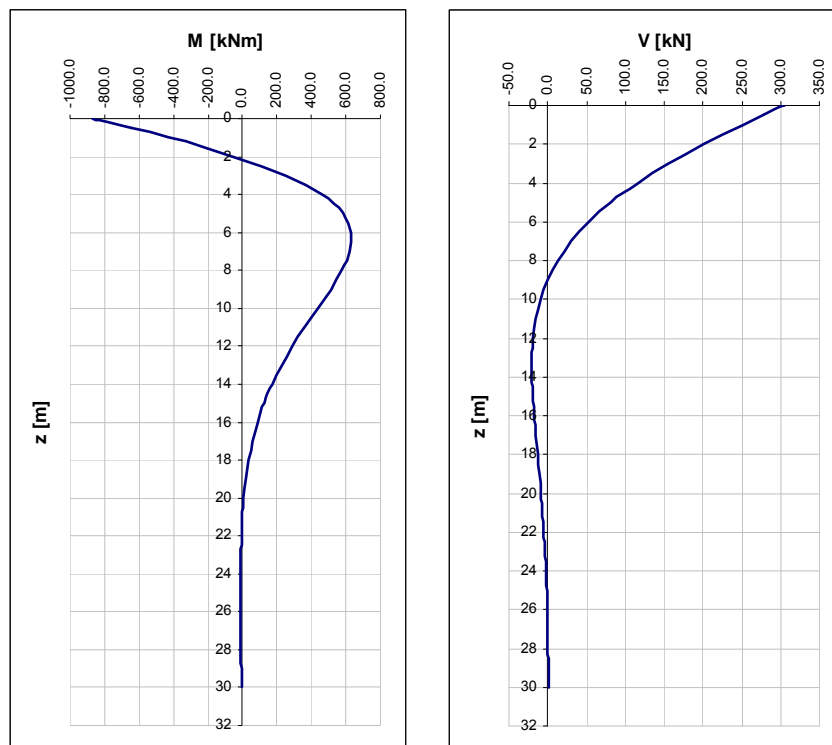


Figura 6: Sollecitazioni di Momento flettente e taglio

7.1.1 S.L.U. – Resistenza: presso-flessione

In tutte le palificate le gabbie vengono armate con 16 Ø22. 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]	Ø [mm]	n	s [cm]	M _{Ed} [kN*m]	N _{Ed} [kN]	M _{res} [kN*m]	FS	
gabbia	-1.2	34	38	5	22	16	27.5	869	1737	2464	2.84	OK

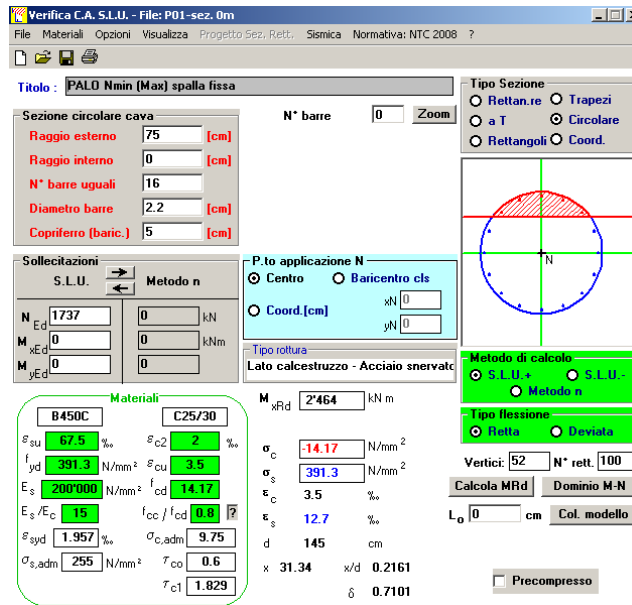


Figura 7: Verifica a presso-flessione

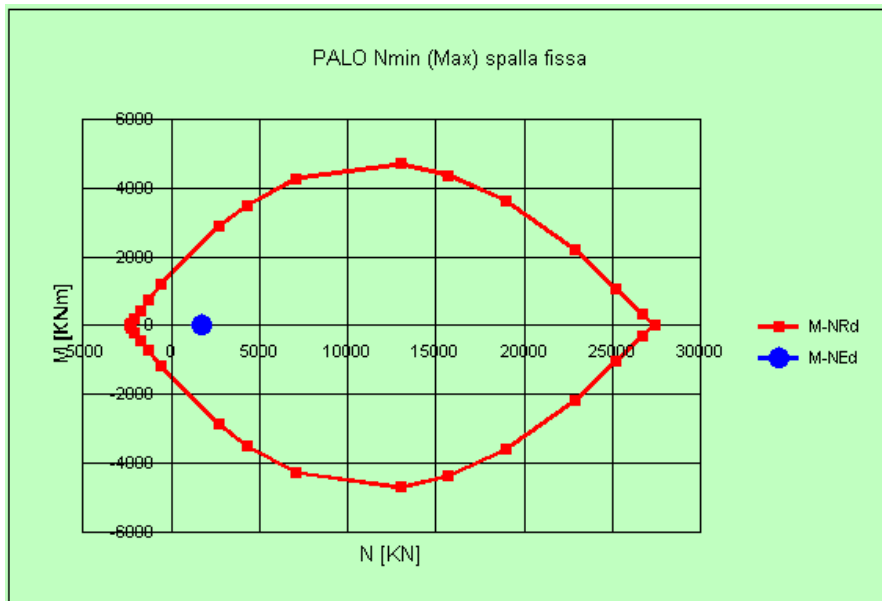


Figura 8: Dominio di resistenza

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 77 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

7.1.2 S.L.U. – Resistenza: taglio

Si dispongono spirali Ø12/150 per l'intera lunghezza del palo.
La verifica a taglio risulta soddisfatta se:

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

in cui:

V_{Ed} : taglio di calcolo

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

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

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

dove:

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

D : diametro della sezione

d : altezza utile della sezione

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

A_{sw} : area dell'armatura trasversale

s : interasse tra due armature trasversali consecutive

α_c : coefficiente maggiorativo per lo sforzo assiale

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

La verifica è condotta nel palo più sollecitato tra tutte le pile della carreggiata SX. Nel seguito si riporta il foglio di calcolo utilizzato:

Sollecitazioni

V_{Sd} = **304** kN taglio di calcolo

N_{Sd} = **1737** 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

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 78 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

γ_s	=	1.15		coefficiente parziale di sicurezza
f_{yd}	=	391.30	MPa	tensione di snervamento di calcolo
Geometria				
D	=	1500	mm	diametro palo
c	=	50	mm	copriferro
d	=	1450	mm	altezza utile
b_{we}	=	1350	mm	base equivalente
d_e	=	1123	mm	altezza utile equivalente
Verifica per elementi sprovvisti di armatura a taglio				
n_l	=	16		numero ferri longitudinali
\varnothing_l	=	22	mm	diametro ferri longitudinali
A_{sl}	=	6082	mm ²	armatura longitudinale
A_c	=	1767145.87	mm ²	area sezione cls
k	=	1.42		
σ_{cp}	=	0.9829	MPa	tensione media calcestruzzo $\leq 0,2f_{cd}$
ρ_1	=	0.00401	ok	rapporto geometrico di armatura longitudinale $\leq 0,02$
V_{min}	=	0.296		
V_{rd}	=	780.69	kN	taglio resistente
V_{Sd}	=	304	kN	taglio di calcolo
FS	=	2.57	ok	se >1 verifica soddisfatta
Verifica per elementi provvisti di armatura a taglio				
\varnothing_w	=	12	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}	=	226.19	mm ²	area armatura trasversale posta nell'interasse s
b_{we}	=	1350.00	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}	=	0.03098		% meccanica di armatura trasversale
αC	=	1.06966		
$\cot(\theta)$	=	2.500		valore di calcolo
V_{Rsd}	=	1490.97	kN	Resistenza "taglio trazione"
V_{Rcd}	=	3550.60	kN	Resistenza "taglio compressione"
V_{Rd}	=	1490.97	kN	Resistenza a taglio
V_{Sd}	=	304	kN	taglio di calcolo
FS	=	4.90	ok	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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 79 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

7.1.3 S.L.E. – Fessurazione

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 ambientali 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.

Tabella 7.1: Sollecitazioni

	SLE_Frequente			SLE_Quasi Permanente			
	N	V	M	N	V	M	
Comb	kN	kN	kNm	Comb	kN	kN	kNm
Nmax	5346	39	111	Nmax	4558	27	77
Nmin	2482	30	86	Nmin	3076	15	43
Vmax	2538	61	174	Vmax	3432	48	137

Tabella 7.2: Tensioni di riferimento

		comb.	comb.
		FREQUENTE	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	32
200		32	25
240		20	16
280		16	12
320		12	10
360		10	8
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

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 80 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

Frequente	comb_Nmin	comb_Mmax		
$\sigma_{s,max}$	=	comb_Nmin	comb_Mmax	[MPa] tensione massima acciaio da normativa
$\sigma_{Sd,max}$	=	200	200	[MPa] tensione massima acciaio di calcolo
FS	=	-	-	se >1 verifica soddisfatta
		tutta compressa	tutta compressa	

Quasi Permanente	comb_Nmin	comb_Mmax		
$\sigma_{s,max}$	=	160	160	[MPa] tensione massima acciaio da normativa
$\sigma_{Sd,max}$	=	-	-	[MPa] tensione massima acciaio di calcolo
FS	=	tutta compressa	tutta compressa	se >1 verifica soddisfatta
		verifica_ok	verifica_ok	

Nel seguito si riporta l'output del programma per la combinazione Quasi Permanente Nmin. Come si evince la sezione del palo non presenta sollecitazioni di trazione.

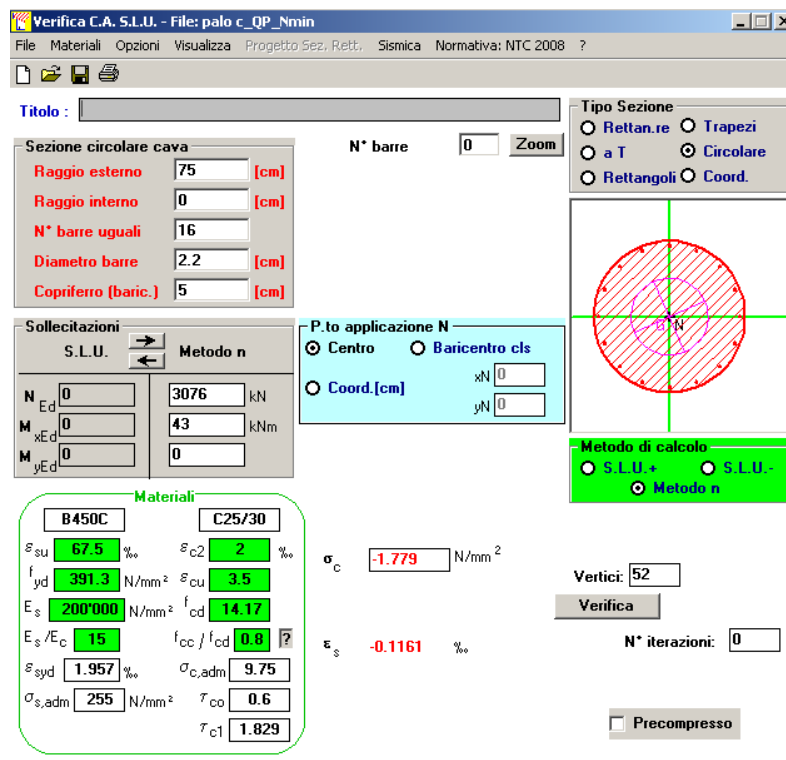


Figura 9: Stato tensionale

7.1.4 S.L.E. – Limitazione delle tensioni

In accordo con quanto previsto dalle NTC al punto 4.1.2.2.5, si verifica ora che le massime tensioni agenti nel calcestruzzo e nell'acciaio in fase di esercizio per la combinazione caratteristica e per quella quasi permanente siano inferiori ai massimi valori consentiti (per il calcestruzzo, compressione: 0,60 f_{ck} in combinazione caratteristica e 0,40 f_{ck} in combinazione quasi permanente; per l'acciaio: 0,8 f_{yk} in combinazione caratteristica). Le tensioni sono state ottenute con la stessa metodologia utilizzata per le verifiche di fessurazione.

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 81 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

Tabella 7.3: Sollecitazioni

SLE_Caratteristica				SLE_Quasi Permanente			
	N	V	M		N	V	M
Comb	kN	kN	kNm	Comb	kN	kN	kNm
Nmax	5717	70	200	Nmax	4558	27	77
Nmin	2102	65	186	Nmin	3076	15	43
Vmax	2352	88	252	Vmax	3432	48	137

Materiali

Rck = 30 MPa resistenza caratteristica cubica
f_{ck} = 24.90 MPa resistenza caratteristica cilindrica
f_{yk} = 450.00 MPa resistenza caratteristica di snervamento cilindrica

comb_Nmax comb_Mmax
RARA RARA

Tensione massima di compressione del calcestruzzo nelle condizioni di esercizio

σ_c = 14.9 14.9 [MPa] massima tensione del cls da normativa
σ_{c,Sd} = **3.6** **2.0** [MPa] tensione di calcolo del cls in esercizio
4.10 7.59
verifica_ok verifica_ok
se >1 verifica soddisfatta

Comb_Nmax Comb_Mmax
Quasi Perm. Quasi Perm.

Tensione massima di compressione del calcestruzzo nelle condizioni di esercizio

σ_c = 11.2 11.2 [MPa] massima tensione del cls da normativa
σ_{c,Sd} = **2.7** **2.2** [MPa] tensione di calcolo del cls in esercizio
4.19 5.02
verifica_ok verifica_ok
se >1 verifica soddisfatta

Comb_Nmin Comb_Mmax
Rara Rara

Tensione massima dell'acciaio in condizioni di esercizio

σ_s = 360.0 360.0 [MPa] massima tensione dell'acciaio normativa
σ_{s,Sd} = - - [MPa] tensione di calcolo dell'acciaio in esercizio
tutta compressa tutta compressa
verifica_ok verifica_ok
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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 82 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

7.2 VERIFICHE GEOTECNICHE DEI PALI

Nella seguente 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.

	TRBa_1	TRBa_2a	TRBa_2b
peso secco γ_d (kN/m ³)	19.1	20.4	19.6
peso saturo γ_{sat} (kN/m ³)	19.1	20.4	19.6
coesione non dren. c_u (kPa)	70	198	158
coesione dren. c' (kPa)	12	36	26
angolo attrito ϕ' (°)	15	20	22

7.2.1 S.L.U. – Verifica a 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:

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

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

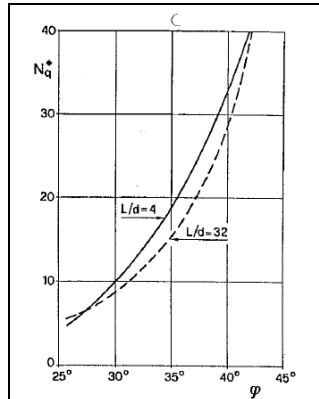
in condizioni drenate. In queste equazioni, si sono indicate rispettivamente con σ_{vL} e con σ_{vL}' la tensione totale ed efficace agenti in sito alla quota della punta del palo. I valori assunti per il coefficiente di adesione α sono stati ricavati in funzione della coesione non drenata secondo i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

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

Il coefficiente di tensione orizzontale k è stato determinato con la formula di Jacky: $k = 1 - \sin \phi'$, mentre il coefficiente di attrito vale: $\mu = \tan \phi'$.

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

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



In tabella si riportano ora i valori dei coefficienti N_c ed N_q adottati per i diverse unità geotecniche.

	TRBa_1	TRBa_2a	TRBa_2b
coeff. N_q (cond. drenate)	4.0	4.0	4.0
coeff. N_c (cond. drenate)	11.2	8.4	7.5

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 le opere.

STRATIGRAFIA SOTTO SPICCATO FONDAZIONE PILA 1 - CARR. SX

strati	Unità geotecniche	spessore strato da testa palo	quota iniziale	quota finale
		(m)	m	m
1° strato	TRBa_1	3	0	3
2° strato	TRBa_2a	10	3	13
3° strato	TRBa_2b	32	13	45

STRATIGRAFIA SOTTO SPICCATO FONDAZIONE PILA 2 - CARR. SX

strati	Unità geotecniche	spessore strato da testa palo	quota iniziale	quota finale
		(m)	m	m
1° strato	TRBa_1	3	0	3
2° strato	TRBa_2a	9	3	12
3° strato	TRBa_2b	33	12	45

STRATIGRAFIA SOTTO SPICCATO FONDAZIONE PILA3 - CARR. SX

strati	Unità geotecniche	spessore strato da testa palo	quota iniziale	quota finale
		(m)	m	m
1° strato	TRBa_1	2	0	2
2° strato	TRBa_2a	9	2	11
3° strato	TRBa_2b	34	11	45

STRATIGRAFIA SOTTO SPICCATO FONDAZIONE PILA 4 - CARR. SX

strati	Unità geotecniche	spessore strato da testa palo	quota iniziale	quota finale
		(m)	m	m
1° strato	TRBa_1	2	0	2
2° strato	TRBa_2a	8	2	10
3° strato	TRBa_2b	35	10	45

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:

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 84 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

$$R_d \geq E_d$$

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_{Gi}	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

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

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.

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 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 ζ 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 ζ_3 . Per i terreni interessati dall'opera in esame, il numero di verticali di indagine è 3.

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 85 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

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

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

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

Nel seguito si riportano i risultati delle verifiche condotte. 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 $\gamma_p = \gamma_{c.a} - \gamma_t$).

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
Pila1	7744	5895	1.5	5	34	422.50	11436.99	7522.93
Pila2	6978	4585	1.5	8	30	372.88	9365.24	6769.716
Pila3	6463	4273	1.5	12	35	436.10	12475.24	7728.624
Pila4	8459	5435	1.5	9	36	450.89	12344.44	7842.798

Tabella 7.4: Carreggiata Sinistra – Riepilogo dei risultati

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

7.2.2.1 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:

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

7.2.2.2 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)
$\gamma_T = 1,0$	$\gamma_T = 1,6$	$\gamma_T = 1,3$

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 86 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

7.2.2.3 Risultati carreggiata sinistra

Si riporta la verifica a carico limite orizzontale del palo analizzando i possibili meccanismi di rottura (palo corto, intermedio e lungo).

Palo più sollecitato carreggiata di sinistra

Dati di Calcolo		Condizioni non drenate		
		Pila P01		
D	=	1.500	m	diametro palo
L	=	28.00	m	lunghezza palo
M_y	=	2100	kNm	momento di plasticizzazione del palo
c_u	=	160	kPa	coesione non drenata
<u>palo corto</u>				
$Q_{lim,1}$	=	55620	kN	carico limite per palo corto
M_{max}	=	841253	kNm	momento massimo
<u>palo intermedio</u>				
$Q_{lim,2}$	=	20573	kN	carico limite per palo intermedio
f	=	9.5	m	
M_{max}	=	142163.4	kNm	momento massimo
<u>palo lungo</u>				
$Q_{lim,3}$	=	1602	kN	carico limite per palo lungo
MR	=	PALO LUNGO		meccanismo di rottura
$Q_{lim,m}$	=	1602.5	kN	carico limite (valore medio)
ξ	=	1.5		fattore di correlazione
$Q_{lim,k}$	=	1068.3	kN	carico limite (valore caratteristico)
γ_T	=	1.30		coefficiente parziale
$Q_{lim,d}$	=	821.8	kN	carico limite (valore di progetto)
F_h		304	kN	azione trasversale testa palo
FS		2.70	ok	se >1 verifica soddisfatta

8 DISPOSITIVI ANTISISMICI

Vengono disposti degli isolatori elastomerici con l'obiettivo di migliorare la risposta della struttura in caso di eventi sismici. Essi consentono sostanzialmente di aumentare il periodo proprio della struttura, di sostenere i carichi verticali senza apprezzabili cedimenti, e di contenere lo spostamento orizzontale della struttura isolata. I dispositivi previsti presentano le seguenti caratteristiche:

V	12130	kN	massimo carico verticale agente sull'isolatore in fase di sisma
F_{zd}	21220	kN	massimo carico verticale allo S.L.U. in esercizio
K_e	5.30	kN/mm	rigidezza orizzontale equivalente
K_v	3546	kN/mm	rigidezza verticale
d	0.300	m	massimo spostamento dell'isolatore
D_g	0.900	m	diametro dell'elastomero
W	1049	kg	peso dell'isolatore

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 87 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

A partire dal modello di calcolo sono state determinate le massime azioni verticali in fase di sisma (S.L.C.) e statica (S.L.U.) sui singoli isolatori per verificarne la loro portanza.

Azioni trasmesse dall'impalcato								
Joint	OutputCase	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	pila
Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	
P1-D	G1+G2	1	3	4349	0	0	0	
P1-D	E2	13	2	141	0	0	0	
P1-D	E3	42	4	178	0	0	0	
P1-D	Q1	3	8	2976	0	0	0	
P1-D	Q5	43	204	66	0	0	0	
P1-D	Q7	43	0	0	0	0	0	
P1-S	G1+G2	0	3	4291	0	0	0	P01
P1-S	E2	13	2	95	0	0	0	
P1-S	E3	43	4	115	0	0	0	
P1-S	Q1	0	7	2372	0	0	0	
P1-S	Q5	16	204	-66	0	0	0	
P1-S	Q7	43	0	0	0	0	0	
P2-D	G1+G2	1	4	4700	0	0	0	
P2-D	E2	4	3	-47	0	0	0	
P2-D	E3	18	8	26	0	0	0	
P2-D	Q1	0	38	3451	0	0	0	
P2-D	Q5	38	309	66	0	0	0	
P2-D	Q7	47	0	0	0	0	0	
P2-S	G1+G2	0	4	4537	0	0	0	P02
P2-S	E2	4	3	-96	0	0	0	
P2-S	E3	19	8	82	0	0	0	
P2-S	Q1	1	24	2799	0	0	0	
P2-S	Q5	15	310	-60	0	0	0	
P2-S	Q7	45	0	0	0	0	0	
P3-D	G1+G2	1	4	4700	0	0	0	
P3-D	E2	4	3	-47	0	0	0	
P3-D	E3	18	8	26	0	0	0	
P3-D	Q1	0	38	3451	0	0	0	
P3-D	Q5	38	309	66	0	0	0	
P3-D	Q7	47	0	0	0	0	0	
P3-S	G1+G2	0	4	4537	0	0	0	P03
P3-S	E2	4	3	-96	0	0	0	
P3-S	E3	19	8	82	0	0	0	
P3-S	Q1	1	24	2799	0	0	0	
P3-S	Q5	15	310	-60	0	0	0	
P3-S	Q7	45	0	0	0	0	0	
P4-D	G1+G2	0	7	8969	0	0	0	
P4-D	E2	2	1	147	0	0	0	
P4-D	E3	3	1	141	0	0	0	
P4-D	Q1	6	71	4646	0	0	0	
P4-D	Q5	31	311	62	0	0	0	
P4-D	Q7	90	0	0	0	0	0	
P4-S	G1+G2	1	7	8401	0	0	0	P04
P4-S	E2	2	1	-31	0	0	0	
P4-S	E3	4	3	77	0	0	0	
P4-S	Q1	5	45	3731	0	0	0	
P4-S	Q5	22	312	-72	0	0	0	
P4-S	Q7	84	0	0	0	0	0	

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 88 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

Azione sismica (S.L.C. - max Fz)								
Joint	OutputCase	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	pila
Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	
P1-D	Q6	188	69	124	0	0	0	P01
P1-S	Q6	189	69	122	0	0	0	
P2-D	Q6	135	66	159	0	0	0	P02
P2-S	Q6	135	66	158	0	0	0	
P3-D	Q6	60	51	240	0	0	0	P03
P3-S	Q6	60	51	232	0	0	0	
P4-D	Q6	114	64	248	0	0	0	P04
P4-S	Q6	115	63	241	0	0	0	

Azioni totali sugli appoggi (Combinazione sismica - max Fz)								
Joint	OutputCase	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	pila
Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	
P1-D	S.L.C.	249	76	4702	0	0	0	P01
P1-S	S.L.C.	249	76	4565	0	0	0	
P2-D	S.L.C.	177	78	4825	0	0	0	P02
P2-S	S.L.C.	175	78	4641	0	0	0	
P3-D	S.L.C.	102	62	4906	0	0	0	P03
P3-S	S.L.C.	100	62	4715	0	0	0	
P4-D	S.L.C.	172	72	9435	0	0	0	P04
P4-S	S.L.C.	170	73	8650	0	0	0	
				9435				

Azioni totali sugli appoggi (Combinazione fondamentale)								
Joint	OutputCase	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	pila
Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	
P1-D	S.L.U.	128	203	10245	0	0	0	P01
P1-S	S.L.U.	101	202	9132	0	0	0	
P2-D	S.L.U.	95	344	11026	0	0	0	P02
P2-S	S.L.U.	74	327	9794	0	0	0	
P3-D	S.L.U.	95	344	11026	0	0	0	P01
P3-S	S.L.U.	74	327	9794	0	0	0	
P4-D	S.L.U.	122	387	18714	0	0	0	P02
P4-S	S.L.U.	108	354	16332	0	0	0	
				18714				

Come si può vedere dalle tabelle precedenti i massimi carichi verticali agenti nelle due combinazioni risultano compatibili con il massimo carico che può sopportare il dispositivo in fase di sisma ed allo S.L.U. Gli spostamenti orizzontali subiti dall'isolatore, dovuti a quei singoli casi di carico che determinano spostamenti sul piano X-Y, sono stati valutati come rapporto tra la reazione prodotta dal caso di carico analizzato nella direzione X o Y e la rigidezza orizzontale equivalente dell'isolatore. Gli spostamenti nelle due direzioni sono stati infine combinati vettorialmente per le due combinazioni da verificare.

S.L.C.										
	P1-D	P1-S	P2-D	P2-S	P3-D	P3-S	P4-D	P4-S		
d _{Q6,x}	0.118	0.119	0.085	0.085	0.038	0.037	0.072	0.072	m	spostamento longitudinale dell'impalcato dovuto al sisma longitudinale
d _{Q6,y}	0.043	0.043	0.041	0.042	0.032	0.032	0.040	0.040	m	spostamento longitudinale dell'impalcato dovuto al sisma trasversale
d _{E2,x}	0.002	0.002	0.001	0.001	0.000	0.000	0.002	0.002	m	dilatazione dell'impalcato dovuto al ritiro
d _{E3,x}	0.030	0.030	0.010	0.010	0.003	0.003	0.021	0.021	m	dilatazione dell'impalcato dovuto all'effetto termico
d _{E,tot}	0.142	0.143	0.099	0.100	0.050	0.050	0.093	0.094	m	spostamento longitudinale totale dell'impalcato

S.L.U.										
	P1-D	P1-S	P2-D	P2-S	P3-D	P3-S	P4-D	P4-S		
d _{E2,x}	0.002	0.002	0.001	0.001	0.000	0.000	0.002	0.002	m	dilatazione dell'impalcato dovuto al ritiro
d _{E3,x}	0.030	0.030	0.010	0.010	0.003	0.003	0.021	0.021	m	dilatazione dell'impalcato dovuto all'effetto termico
d _{Q1,y}	0.006	0.006	0.012	0.012	0.013	0.003	0.000	0.000	m	spostamento longitudinale dell'impalcato dovuto ai carichi mobili
d _{Q6,y}	0.038	0.039	0.058	0.058	0.059	0.059	0.066	0.066	m	spostamento longitudinale dell'impalcato dovuto al vento
d _{E,tot}	0.049	0.050	0.070	0.070	0.071	0.057	0.062	0.062	m	spostamento longitudinale totale dell'impalcato

Il massimo spostamento dell'isolatore è pari a 143 mm, inferiore quindi al massimo spostamento consentito all'isolatore, pari a 300 mm.

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 89 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

9 ANALISI DEI PLINTI DI FONDAZIONE

Le caratteristiche geometriche dei plinti di fondazione della carreggiata sinistra sono riportate di seguito:

Pila	Tipo A	P03
n	=	12
H	=	2.5 m
L1	=	11.00 m
L2	=	15.50 m
Pila	Tipo B	P04
n	=	9
H	=	2.5 m
L1	=	11.00 m
L2	=	11.00 m
Pila	Tipo C	P02
n	=	8
H	=	2.5 m
L1	=	9.65 m
L2	=	11.00 m
Pila	Tipo E	P01
n	=	5
H	=	2.5 m
L1	=	6.50 m
L2	=	9.65 m

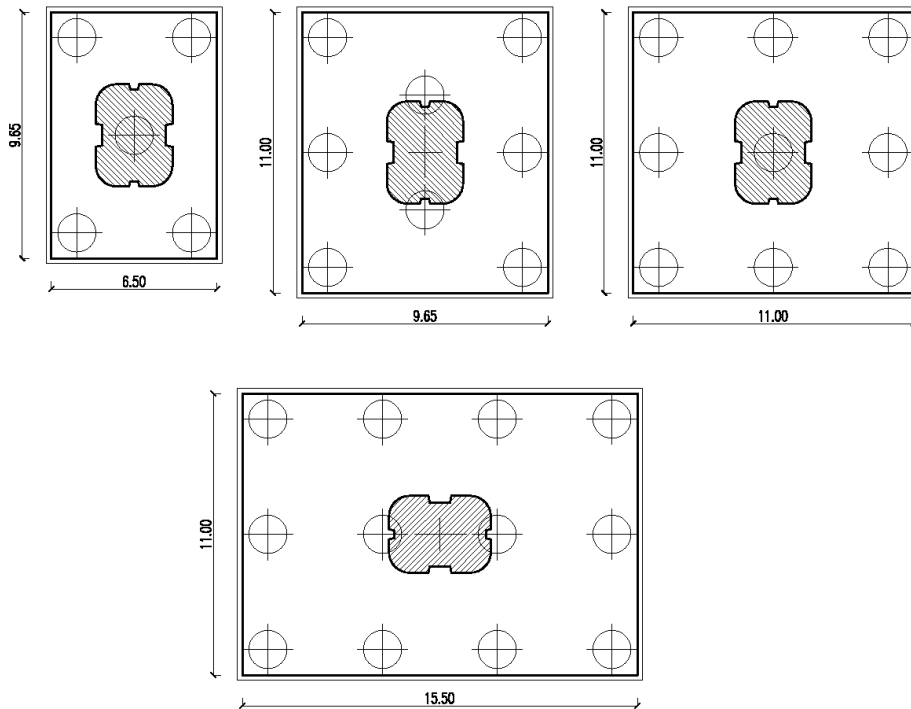


Figura 10: plinto di Fondazione

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 90 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

Nella presente relazione si riportano le verifiche dei plinti P01, P02 e P03, appartenenti rispettivamente alla tipologia E, C e A e soggetti alle azioni più sfavorevoli.

I risultati ottenuti si estendono a tutti i plinti della stessa tipologia.

Per le verifiche dei plinti di tipologia B (P04) si estendono i risultati delle verifiche eseguite sui i plinti della stessa tipologia della carreggiata destra (P03) in quanto soggetti alle azioni più sfavorevoli.

9.1 PLINTO P01 – TIPO E SU 5 PALI

Geometria del plinto in esame:

Pila	Tipo E	P01
n	= 5	numero pali
H	= 2.5	m altezza
L1	= 6.50	m dimensione plinto lungo x
L2	= 9.65	m dimensione plinto lungo y

Il calcolo delle sollecitazioni è stato eseguito schematizzando il plinto come un piastra rettangolare, vincolata mediante incastri al fusto della pila sovrastante e caricato da forze concentrate in corrispondenza degli assi dei pali, dal peso proprio e dal peso del terreno di ricoprimento del plinto stesso.

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. La quasi totalità degli elementi shell impiegati sono di tipo quadrangolare a quattro nodi e tutti includono gli effetti della deformabilità a taglio (formulazione di *Mindlin-Reissner*).

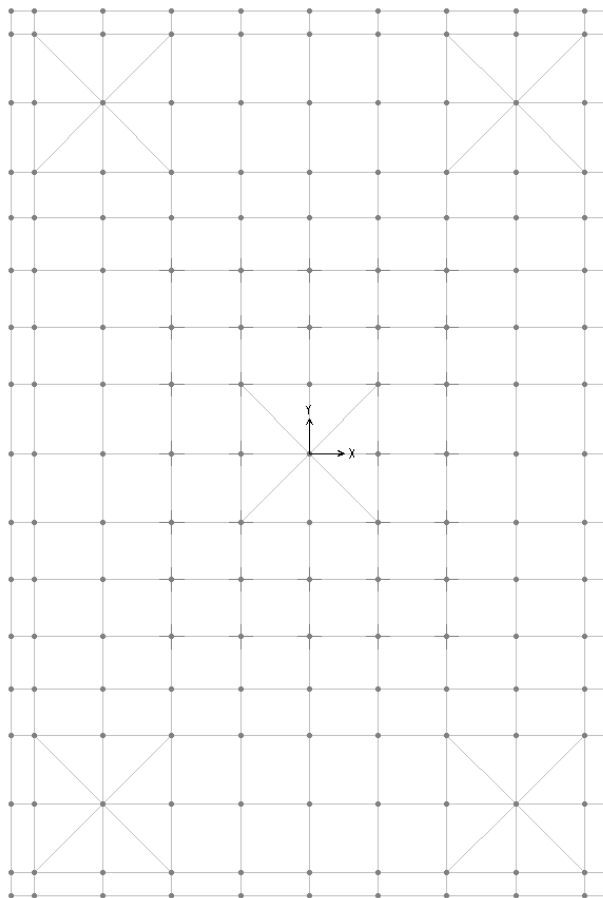


Figura 11: Modello agli elementi finiti

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 91 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

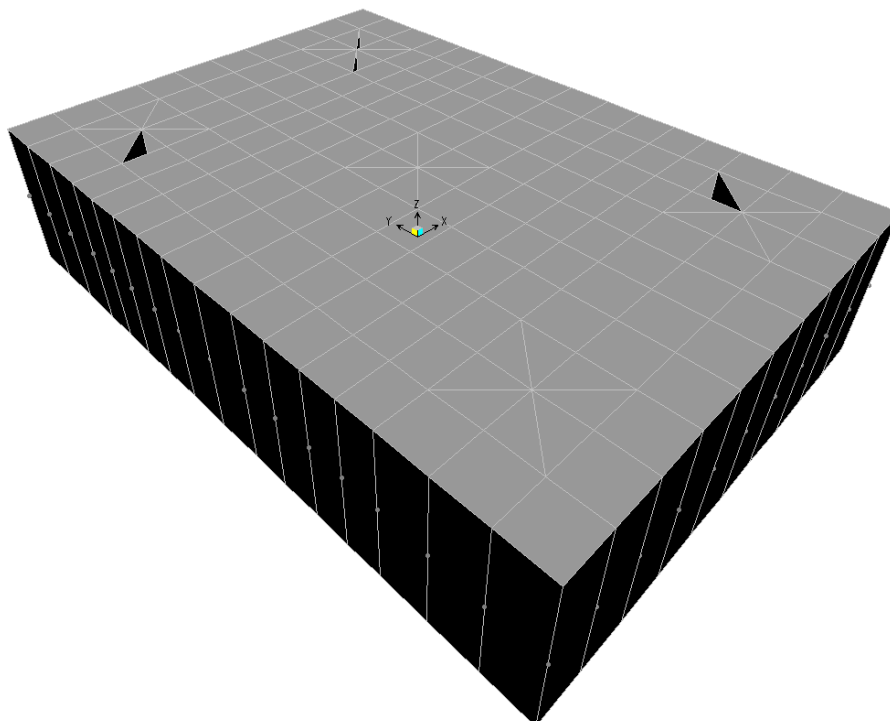


Figura 12: Vista 3d del modello agli elementi finiti

9.1.1 Analisi dei carichi e combinazioni di carico

Il plinto risulta sollecitato da forze concentrate in corrispondenza dei pali. I valori di tali azioni sono quelli determinati ai precedenti paragrafi dedicati all'analisi delle palificate. In particolare, di seguito si riportano le azioni sui pali della pila P01 della carreggiata sinistra, alle quali si fa riferimento per il dimensionamento di tutti i plinti di questa tipologia, in quanto sono le più gravose.

Azioni Sui Pali della Pila P01 carreggiata sinistra

Joint	LoadCase	N
Pali	Combinazioni	KN
P01	SLU-1	5813
P01	SLU-2	6052
P01	SLU-3	6649
P01	SLU-4	6889
P01	SLU-5	4925
P01	SLU-6	5164
P01	SLU-7	5761
P01	SLU-8	6001
P01	SLU-9	5967
P01	SLU-10	6206
P01	SLU-11	6803
P01	SLU-12	7043
P01	SLU-13	5301
P01	SLU-14	5540
P01	SLU-15	6137

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 92 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

Joint	LoadCase	N
Pali	Combinazioni	KN
P01	SLU-16	6377
P01	SLU-17	5606
P01	SLU-18	5846
P01	SLU-19	6443
P01	SLU-20	6682
P01	SLU-21	4940
P01	SLU-22	5180
P01	SLU-23	5777
P01	SLU-24	6016
P01	SLU-25	5327
P01	SLU-26	5567
P01	SLU-27	6721
P01	SLU-28	6961
P01	SLU-29	4661
P01	SLU-30	4901
P01	SLU-31	6056
P01	SLU-32	6295
P01	SLU-33	5680
P01	SLU-34	6079
P01	SLU-35	6516
P01	SLU-36	6916
P01	SLU-37	5014
P01	SLU-38	5413
P01	SLU-39	5851
P01	SLU-40	6250
P01	SLV-1	5301
P01	SLV-2	5468
P01	SLV-3	4047
P01	SLV-4	4213
P01	SLV-5	4231
P01	SLV-6	4398
P01	SLR-1	4194
P01	SLR-2	4394
P01	SLR-3	4752
P01	SLR-4	4952
P01	SLR-5	3769
P01	SLR-6	3968
P01	SLR-7	4326
P01	SLR-8	4526
P01	SLF-1	4380
P01	SLF-2	4580
P01	SLF-3	4566
P01	SLF-4	4766
P01	SLF-5	3954
P01	SLF-6	4154
P01	SLF-7	4140
P01	SLF-8	4340
P01	SLQP-1	3998

Joint	LoadCase	N
Pali	Combinazioni	KN
P01	SLQP-2	4165
P02	SLU-1	7271
P02	SLU-2	7480
P02	SLU-3	6170
P02	SLU-4	6378
P02	SLU-5	7525
P02	SLU-6	7733
P02	SLU-7	6423
P02	SLU-8	6632
P02	SLU-9	7345
P02	SLU-10	7554
P02	SLU-11	6244
P02	SLU-12	6452
P02	SLU-13	7535
P02	SLU-14	7744
P02	SLU-15	6434
P02	SLU-16	6642
P02	SLU-17	6968
P02	SLU-18	7177
P02	SLU-19	5867
P02	SLU-20	6075
P02	SLU-21	7158
P02	SLU-22	7367
P02	SLU-23	6057
P02	SLU-24	6265
P02	SLU-25	7335
P02	SLU-26	7544
P02	SLU-27	5500
P02	SLU-28	5708
P02	SLU-29	7525
P02	SLU-30	7734
P02	SLU-31	5690
P02	SLU-32	5898
P02	SLU-33	7061
P02	SLU-34	7409
P02	SLU-35	5960
P02	SLU-36	6307
P02	SLU-37	7251
P02	SLU-38	7599
P02	SLU-39	6150
P02	SLU-40	6498
P02	SLV-1	5750
P02	SLV-2	5895
P02	SLV-3	5126
P02	SLV-4	5270
P02	SLV-5	4673
P02	SLV-6	4818
P02	SLR-1	5137

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 94 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

Joint	LoadCase	N
Pali	Combinazioni	KN
P02	SLR-2	5311
P02	SLR-3	4403
P02	SLR-4	4576
P02	SLR-5	3649
P02	SLR-6	3823
P02	SLR-7	2915
P02	SLR-8	3089
P02	SLF-1	4892
P02	SLF-2	5066
P02	SLF-3	4647
P02	SLF-4	4821
P02	SLF-5	3405
P02	SLF-6	3578
P02	SLF-7	3160
P02	SLF-8	3334
P02	SLQP-1	4077
P02	SLQP-2	4222
P03	SLU-1	6242
P03	SLU-2	6173
P03	SLU-3	6242
P03	SLU-4	6173
P03	SLU-5	5918
P03	SLU-6	5849
P03	SLU-7	5918
P03	SLU-8	5850
P03	SLU-9	5988
P03	SLU-10	5919
P03	SLU-11	5988
P03	SLU-12	5920
P03	SLU-13	5745
P03	SLU-14	5676
P03	SLU-15	5745
P03	SLU-16	5677
P03	SLU-17	5988
P03	SLU-18	5919
P03	SLU-19	5988
P03	SLU-20	5920
P03	SLU-21	5745
P03	SLU-22	5676
P03	SLU-23	5745
P03	SLU-24	5677
P03	SLU-25	5988
P03	SLU-26	5919
P03	SLU-27	5988
P03	SLU-28	5920
P03	SLU-29	5745
P03	SLU-30	5676
P03	SLU-31	5745

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 95 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

Joint	LoadCase	N
Pali	Combinazioni	KN
P03	SLU-32	5677
P03	SLU-33	6016
P03	SLU-34	5902
P03	SLU-35	6016
P03	SLU-36	5902
P03	SLU-37	5773
P03	SLU-38	5659
P03	SLU-39	5773
P03	SLU-40	5659
P03	SLV-1	3864
P03	SLV-2	3816
P03	SLV-3	3862
P03	SLV-4	3815
P03	SLV-5	3840
P03	SLV-6	3792
P03	SLR-1	4445
P03	SLR-2	4387
P03	SLR-3	4445
P03	SLR-4	4388
P03	SLR-5	3496
P03	SLR-6	3439
P03	SLR-7	3496
P03	SLR-8	3439
P03	SLF-1	4445
P03	SLF-2	4388
P03	SLF-3	4445
P03	SLF-4	4388
P03	SLF-5	3496
P03	SLF-6	3439
P03	SLF-7	3496
P03	SLF-8	3439
P03	SLQP-1	3875
P03	SLQP-2	3827
P04	SLU-1	5213
P04	SLU-2	4867
P04	SLU-3	6314
P04	SLU-4	5969
P04	SLU-5	4311
P04	SLU-6	3966
P04	SLU-7	5413
P04	SLU-8	5067
P04	SLU-9	4631
P04	SLU-10	4285
P04	SLU-11	5732
P04	SLU-12	5387
P04	SLU-13	3955
P04	SLU-14	3609
P04	SLU-15	5057

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 96 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

Joint	LoadCase	N
Pali	Combinazioni	KN
P04	SLU-16	4711
P04	SLU-17	5008
P04	SLU-18	4662
P04	SLU-19	6109
P04	SLU-20	5764
P04	SLU-21	4332
P04	SLU-22	3986
P04	SLU-23	5434
P04	SLU-24	5088
P04	SLU-25	4640
P04	SLU-26	4295
P04	SLU-27	6477
P04	SLU-28	6131
P04	SLU-29	3965
P04	SLU-30	3619
P04	SLU-31	5801
P04	SLU-32	5455
P04	SLU-33	4971
P04	SLU-34	4395
P04	SLU-35	6073
P04	SLU-36	5496
P04	SLU-37	4295
P04	SLU-38	3719
P04	SLU-39	5397
P04	SLU-40	4821
P04	SLV-1	1978
P04	SLV-2	1737
P04	SLV-3	2599
P04	SLV-4	2359
P04	SLV-5	3006
P04	SLV-6	2766
P04	SLR-1	3753
P04	SLR-2	3464
P04	SLR-3	4487
P04	SLR-4	4199
P04	SLR-5	3343
P04	SLR-6	3054
P04	SLR-7	4077
P04	SLR-8	3789
P04	SLF-1	3997
P04	SLF-2	3709
P04	SLF-3	4242
P04	SLF-4	3954
P04	SLF-5	3587
P04	SLF-6	3299
P04	SLF-7	3832
P04	SLF-8	3544
P04	SLQP-1	3672

Joint	LoadCase	N
Pali	Combinazioni	KN
P04	SLQP-2	3432
P05	SLU-1	6671
P05	SLU-2	6294
P05	SLU-3	5835
P05	SLU-4	5458
P05	SLU-5	6911
P05	SLU-6	6534
P05	SLU-7	6075
P05	SLU-8	5698
P05	SLU-9	6009
P05	SLU-10	5632
P05	SLU-11	5173
P05	SLU-12	4796
P05	SLU-13	6189
P05	SLU-14	5812
P05	SLU-15	5353
P05	SLU-16	4976
P05	SLU-17	6370
P05	SLU-18	5993
P05	SLU-19	5534
P05	SLU-20	5157
P05	SLU-21	6550
P05	SLU-22	6173
P05	SLU-23	5714
P05	SLU-24	5337
P05	SLU-25	6649
P05	SLU-26	6272
P05	SLU-27	5255
P05	SLU-28	4878
P05	SLU-29	6829
P05	SLU-30	6452
P05	SLU-31	5435
P05	SLU-32	5058
P05	SLU-33	6353
P05	SLU-34	5724
P05	SLU-35	5516
P05	SLU-36	4888
P05	SLU-37	6533
P05	SLU-38	5904
P05	SLU-39	5696
P05	SLU-40	5068
P05	SLV-1	2427
P05	SLV-2	2165
P05	SLV-3	3678
P05	SLV-4	3416
P05	SLV-5	3448
P05	SLV-6	3186
P05	SLR-1	4695

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 98 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

Joint	LoadCase	N
Pali	Combinazioni	KN
P05	SLR-2	4381
P05	SLR-3	4138
P05	SLR-4	3824
P05	SLR-5	3223
P05	SLR-6	2909
P05	SLR-7	2666
P05	SLR-8	2352
P05	SLF-1	4510
P05	SLF-2	4195
P05	SLF-3	4324
P05	SLF-4	4009
P05	SLF-5	3038
P05	SLF-6	2723
P05	SLF-7	2852
P05	SLF-8	2538
P05	SLQP-1	3751
P05	SLQP-2	3489

Oltre che dalle azioni trasmesse dai pali il plinto risulta sollecitato dal peso proprio e dal peso del terreno di ricoprimento.

Il peso proprio è stato valutato in maniera automatica dal codice di calcolo una volta definito lo spessore del plinto, pari a 2,50 m, ed il peso specifico del calcestruzzo, assunto pari a 25,0 kN/m³.

Il peso del terreno di ricoprimento, coerentemente con quanto riportato nell'analisi della palificata, è stato determinato assumendo uno spessore del terreno stesso di 1,0 m. Quest'ultima azione è stata implementata nel modello di calcolo come un carico di superficie uniformemente distribuito sull'estradosso del plinto, ma al di fuori della superficie di ingombro della sezione di base della pila, di valore pari a:

$$g_2 = 18.0 \times 1.0 = 18.0 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{peso terreno}).$$

Nelle combinazioni di carico allo stato limite ultimo sia il peso proprio del plinto, sia il peso del terreno di ricoprimento, sono stati combinati con le azioni esercitate dai pali impiegando un coefficiente parziale pari a 1,35; nelle combinazioni di carico allo stato limite di salvaguardia della vita ed allo stato limite di esercizio il coefficiente parziale è stato invece assunto di valore pari a 1.

9.1.2 Sollecitazioni

Si riportano di seguito le schermate delle sollecitazioni risultanti (M11max, M22max, V13max, V23max,) per l'inviluppo delle combinazioni relative allo stato limite ultimo ed allo stato limite di salvaguardia della vita, necessarie per il dimensionamento dell'armatura a flessione e di quella a taglio.

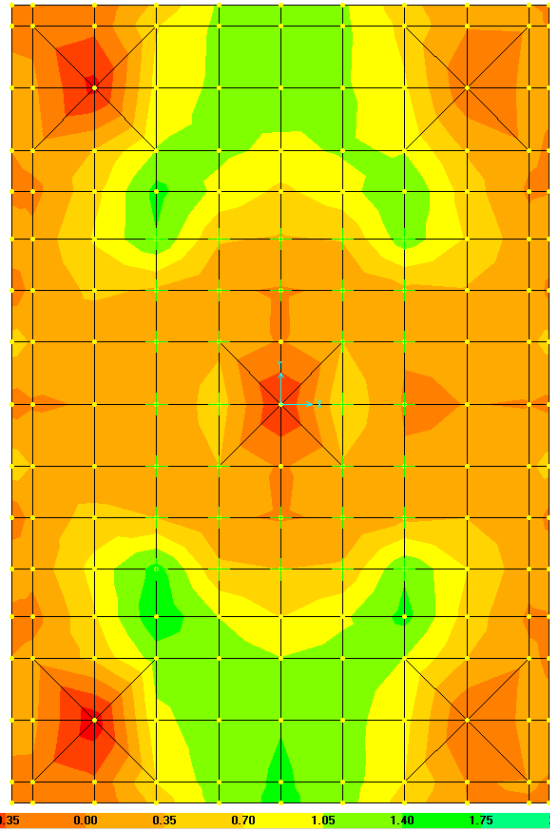


Figura 13: Momento longitudinale $M_{22}=M_y$

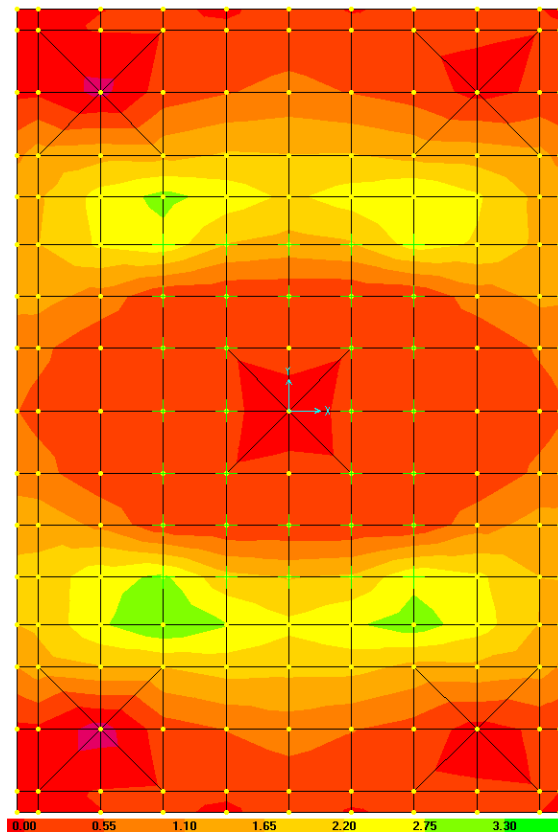


Figura 14: Momento trasversale $M_{11}=M_x$

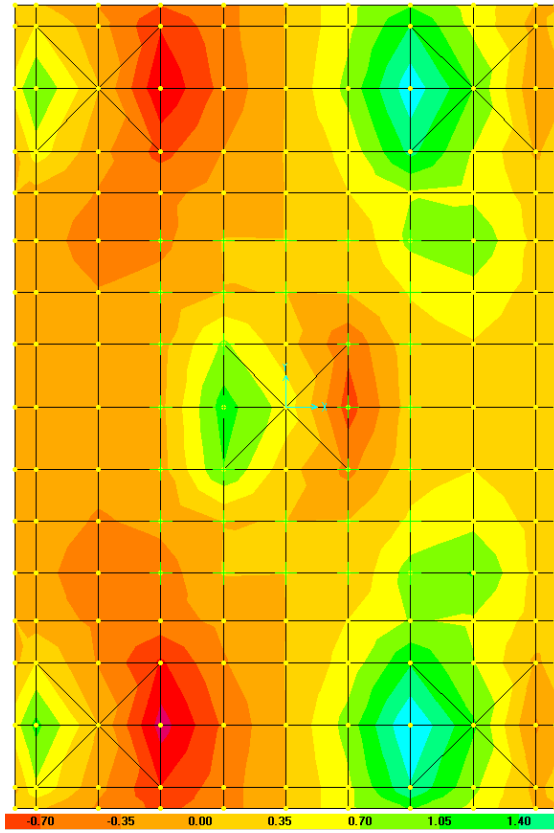


Figura 15: Taglio longitudinale V13=Fx

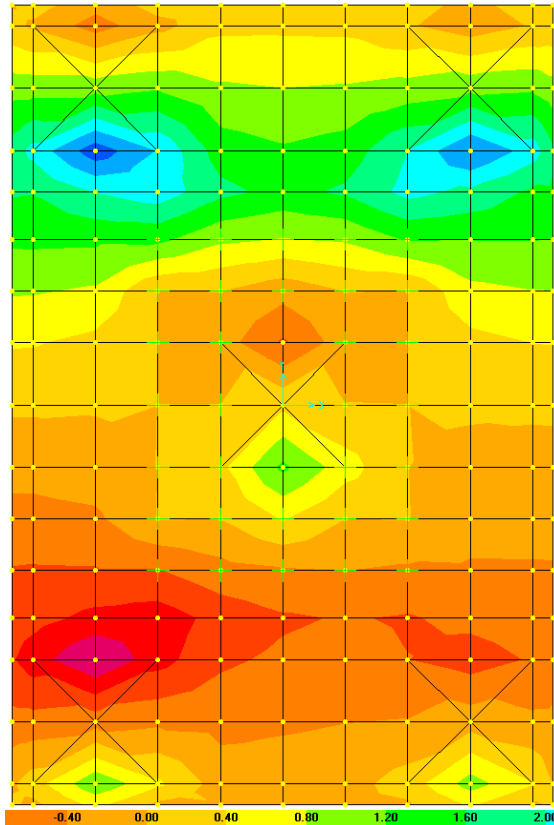


Figura 16: Taglio trasversale V23=Fy

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 101 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

9.1.3 Verifica della sezione del plinto

9.1.3.1 S.L.U. – Resistenza: presso-flessione

Sulla base delle sollecitazioni ottenute allo S.L.U. è stata disposta l'armatura a flessione. Il momento ultimo viene determinato con il programma V.C.A.S.L.U.. Si riporta di seguito la tabella riassuntiva dell'armatura longitudinale disposta nelle due direzioni e dei momenti resistenti associati:

Momento trasversale M22=My		$A_{res,TOT}$	M_{Sd}^{sup}	M_{Rd}^{sup}	FS					
		[cm ²]	[cm ²]	[cm ²]						
Arm-inf	10 Φ 26	53.1	3200	4988	1.56	OK	momento trasversale My+=M22			
Arm-sup	5 Φ 20	15.7	130	1490	11.46	OK	momento trasversale My-=M22-			

Momento longitudinale M11=Mx

Arm-inf	10 Φ 24	45.2	1500	4258	2.84	OK	momento longitudinale Mx+=M11+			
Arm-sup	5 Φ 20	15.7	170	1490	8.76	OK	momento longitudinale Mx-=M11-			

9.1.3.2 S.L.U. – Resistenza: taglio

Si è ritenuto opportuno disporre due cavallotti al metro quadro come armatura resistente a taglio. Considerando una striscia di un metro, la verifica a taglio risulta soddisfatta se:

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

in cui:

V_{Ed} : taglio di calcolo

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

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

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

dove:

d : altezza utile della sezione

b_w : base equivalente della sezione

A_{sw} : area dell'armatura trasversale

s : interasse tra due armature trasversali consecutive

α_c : coefficiente maggiorativo per lo sforzo assiale

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

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 102 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

		plinto P01	plinto P01		
Sollecitazioni		V13max	V23max		
V	=	2300	3000	kN	taglio
N	=	0	0	kN	sforzo normale (>0 compressione)
Geometria					
B	=	1000	1000	mm	larghezza sezione
H	=	2500	2500	mm	altezza sezione
c	=	50	50	mm	copriferro
d	=	2450	2450	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}	=	6094.0	8450.0	mm ²	armatura longitudinale
ρ _l	=	0.00244	0.00338		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 (<=0.2fcd)
V _{Rd}	=	725.9	809.4	kN	taglio resistente
FS	=	0.3	0.3		
check	=	NO	NO		
Verifica per elementi provvisti di armatura a taglio					
Ø _w	=	24	24	mm	diametro armatura resistente a taglio
a	=	90.0	90.0	°	inclinazione armatura
s	=	500	500	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
ctgΘ (V)	=	19.7	15.1		
ctgΘ	=	2.5	2.5		
Θ	=	22	22	°	inclinazione bielle di calcestruzzo
V _{Rsd}	=	3903.33	3903.33	kN	taglio resistente armatura
a _c	=	1.00	1.00		coefficiente maggiorativo
f _{cd}	=	8.23	8.23	MPa	resistenza ridotta
V _{Rcd}	=	12963.6	12963.6	kN	taglio resistente calcestruzzo
V _{Rd}	=	3903.3	3903.3	kN	taglio resistente sezione
FS	=	1.7	1.3		
check	=	OK	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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 103 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

9.1.3.3 S.L.E. – Fessurazione

Le verifiche di fessurazione vengono condotte in relazione alle indicazioni riportate negli Eurocodici (in particolare si veda EN 1992-1-1 cap. 7.3) e riprese sia dalle NTC (cap. 4.1.2.2.4) che dalla Circolare n.617. È richiesto in particolare, laddove il momento agente superi quello di fessurazione, di verificare che la tensione nelle barre di armatura rientri in determinati limiti (dipendenti dal diametro e dalla spaziatura dei ferri) o in alternativa di controllare che l'ampiezza della fessura che si apre non superi un determinato valore (funzione dello stato limite, delle condizioni ambientali e del tipo di armatura).

Si riportano di seguito le tabelle per le combinazioni considerate (frequente e quasi permanente), ricordando che si opera con armature poco sensibili ed in condizioni ambientali aggressive (classe di esposizione XA1).

Condizioni ambientali: **aggressive**

Armature: **poco sensibili**

Momento trasversale M22=My

Comb	inf	sup
SLE-F	2080	100
SLE-QP	1700	90

Momento longitudinale M11=Mx

Comb	inf	sup
SLE-F	1070	200
SLE-QP	840	1200

MATERIALI		comb. FREQUENTE		comb. FREQUENTE			
		Momento longitudinale M11=Mx		Momento trasversale M22=My			
		inf	sup	inf	sup		
Calcestruzzo							
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}	=	1.98	1.98	1.98	1.98	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice
f_{ctm}	=	3.40	3.40	3.40	3.40	MPa	resistenza media a trazione per flessione
γ_c	=	1.50	1.50	1.50	1.50		coefficiente parziale di sicurezza
α_{cc}	=	0.85	0.85	0.85	0.85		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
f_{cd}	=	16.46	16.46	16.46	16.46	MPa	resistenza di calcolo a compressione
f_{ctd}	=	1.32	1.32	1.32	1.32	MPa	resistenza di calcolo a trazione
E_c	=	32588	32588	32588	32588	MPa	modulo di Young
Acciaio							
E_s	=	206000	206000	206000	206000	MPa	modulo di Young acciaio
γ_s	=	1.15	1.15	1.15	1.15		coefficiente parziale acciaio
f_{yk}	=	450.0	450.0	450.0	450.0	MPa	tensione caratteristica di snervamento acciaio
f_{yd}	=	391.3	391.3	391.3	391.3	MPa	tensione di snervamento di calcolo dell'acciaio
n	=	15	15	15	15		coefficiente di omogeneizzazione

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 104 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

GEOMETRIA SEZIONE

B	=	1000	1000	1000	1000	mm	larghezza
H	=	2500	2500	2500	2500	mm	altezza
c'	=	50	50	50	50	mm	copriferro
ARMATURA							
numero barre							
n1 (superiore)	=	5	10	5	10		numero barre strato 1
n2	=						numero barre strato 2
n3	=						numero barre strato 3
n4	=						numero barre strato 4
n5	=						numero barre strato 5
n6	=						numero barre strato 6
n7	=						numero barre strato 7
n8 (inferiore)	=	10	5	10	5		numero barre strato 8
diametro barre							
Ø1	=	20	24	20	26	mm	diametro barre strato 1
Ø2	=					mm	diametro barra strato 2
Ø3	=					mm	diametro barra strato 3
Ø4	=					mm	diametro barra strato 4
Ø5	=					mm	diametro barra strato 5
Ø6	=					mm	diametro barra strato 6
Ø7	=					mm	diametro barra strato 7
Ø8	=	24	20	26	20	mm	diametro barra strato 8
ordinate barre							
y1	=	2450	2450	2450	2450	mm	ordinata barre strato 1
y2	=					mm	ordinata barre strato 2
y3	=					mm	ordinata barre strato 3
y4	=					mm	ordinata barre strato 4
y5	=					mm	ordinata barre strato 5
y6	=					mm	ordinata barre strato 6
y7	=					mm	ordinata barre strato 7
y8	=	50	50	50	50	mm	ordinata barre strato 8
area barre							
A _{s1}	=	1571	4524	1571	5309	mm ²	area barre strato 1
A _{s2}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 2
A _{s3}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 3
A _{s4}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 4
A _{s5}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 5
A _{s6}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 6
A _{s7}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 7
A _{s8}	=	4524	1571	5309	1571	mm ²	area barre strato 8
SOLLECITAZIONI							
M	=	M11+	M11-	M22+	M22-		da sap
M	=	1070	200	2080	100	kNm	momento flettente (sempre >0 tende le fibre inferiori)
N	=	0	0	0	0	kN	sforzo normale (>0 compressione)
VERIFICA TENSIONI NEI MATERIALI							
cs	=	1	1	1	1		
cs	=	flessione semplice	flessione semplice	flessione semplice	flessione semplice		
an	=	494.4	270.0	531.8	263.0	mm	asse neutro (distanza da lembo compresso)
Y _n	=	2006	2230	1968	2237	mm	ordinata asse neutro
A	=	585850	361382	635012	366153	mm ²	area sezione reagente

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 105 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

J	=	304451294695	121821133048	348634847372	122373025604	mm ⁴	momento d'inerzia sezione reagente
S	=	0	0	0	0	mm ³	momento statico sezione reagente
σ_c	=	-1.74	-0.44	-3.17	-0.21	MPa	tensione calcestruzzo
σ_s	=	103.09	53.69	171.66	26.81	MPa	tensione massima acciaio

VERIFICA A FESSURAZIONE

sezione tesa

M_{fess}	=	2752.9	2664.0	2796.3	2683.0	kNm	momento di fessurazione
$FS=M_{fess}/M_{Sd}$	=	2.6	13.3	1.3	26.8		check ok se >1

		comb.	comb.	comb.	comb.		
		QUASI PERM.	QUASI PERM.	QUASI PERM.	QUASI PERM.		
		Momento longitudinale M11=MX		Momento trasversale M22=My			
MATERIALI		inf	sup	inf	sup		
Calcestruzzo							
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}	=	1.98	1.98	1.98	1.98	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice
f_{ctm}	=	3.40	3.40	3.40	3.40	MPa	resistenza media a trazione per flessione
γ_c	=	1.50	1.50	1.50	1.50		coefficiente parziale di sicurezza
α_{cc}	=	0.85	0.85	0.85	0.85		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
f_{cd}	=	16.46	16.46	16.46	16.46	MPa	resistenza di calcolo a compressione
f_{ctd}	=	1.32	1.32	1.32	1.32	MPa	resistenza di calcolo a trazione
E_c	=	32588	32588	32588	32588	MPa	modulo di Young
Acciaio							
E_s	=	206000	206000	206000	206000	MPa	modulo di Young acciaio
γ_s	=	1.15	1.15	1.15	1.15		coefficiente parziale acciaio
f_{yk}	=	450.0	450.0	450.0	450.0	MPa	tensione caratteristica di snervamento acciaio
f_{yd}	=	391.3	391.3	391.3	391.3	MPa	tensione di snervamento di calcolo dell'acciaio
n	=	15	15	15	15		coefficiente di omogeneizzazione

GEOMETRIA SEZIONE

B	=	1000	1000	1000	1000	mm	larghezza
H	=	2500	2500	2500	2500	mm	altezza
c'	=	50	50	50	50	mm	copriferro

ARMATURA

numero barre

n1 (superiore)	=	5	10	5	10		numero barre strato 1
n2	=						numero barre strato 2
n3	=						numero barre strato 3
n4	=						numero barre strato 4
n5	=						numero barre strato 5
n6	=						numero barre strato 6
n7	=						numero barre strato 7
n8 (inferiore)	=	10	5	10	5		numero barre strato 8

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 106 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

diametro barre

Ø1	=	20	24	20	26	mm	diametro barre strato 1
Ø2	=					mm	diametro barra strato 2
Ø3	=					mm	diametro barra strato 3
Ø4	=					mm	diametro barra strato 4
Ø5	=					mm	diametro barra strato 5
Ø6	=					mm	diametro barra strato 6
Ø7	=					mm	diametro barra strato 7
Ø8	=	24	20	26	20	mm	diametro barra strato 8

ordinate barre

y1	=	2450	2450	2450	2450	mm	ordinata barre strato 1
y2	=					mm	ordinata barre strato 2
y3	=					mm	ordinata barre strato 3
y4	=					mm	ordinata barre strato 4
y5	=					mm	ordinata barre strato 5
y6	=					mm	ordinata barre strato 6
y7	=					mm	ordinata barre strato 7
y8	=	50	50	50	50	mm	ordinata barre strato 8

area barre

A _{s1}	=	1571	4524	1571	5309	mm ²	area barre strato 1
A _{s2}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 2
A _{s3}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 3
A _{s4}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 4
A _{s5}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 5
A _{s6}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 6
A _{s7}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 7
A _{s8}	=	4524	1571	5309	1571	mm ²	area barre strato 8
SOLLECITAZIONI		M11+	M11-	M22+	M22-		da sap
M	=	840	200	1700	90	kNm	momento flettente (sempre >0 tende le fibre inferiori)
N	=	0	0	0	0	kN	sforzo normale (>0 compressione)

VERIFICA TENSIONI NEI MATERIALI

cs	=	1	1	1	1		
cs	=	flessione semplice	flessione semplice	flessione semplice	flessione semplice		
an	=	494.4	270.0	531.8	263.0	mm	asse neutro (distanza da lembo compresso)
Y _n	=	2006	2230	1968	2237	mm	ordinata asse neutro
A	=	585850	361382	635012	366153	mm ²	area sezione reagente
J	=	304451294695	121821133048	348634847372	122373025604	mm ⁴	momento d'inerzia sezione reagente
S	=	0	0	0	0	mm ³	momento statico sezione reagente
σ _c	=	-1.36	-0.44	-2.59	-0.19	MPa	tensione calcestruzzo
σ _s	=	80.93	53.69	140.30	24.13	MPa	tensione massima acciaio

VERIFICA A FESSURAZIONE

sezione tesa

M _{fess}	=	2752.9	2664.0	2796.3	2683.0	kNm	momento di fessurazione
FS=M _{fess} /M _{Sd}	=	3.3	13.3	1.6	29.8		check ok se >1

Tutte le verifiche risultano soddisfatte in quanto il momento di fessurazione è sempre maggiore del momento agente considerato.

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 107 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

9.1.3.4 S.L.E. – Limitazione delle tensioni

In accordo con quanto previsto dalle NTC al punto 4.1.2.2.5, si verifica ora che le massime tensioni agenti nel calcestruzzo e nell'acciaio in fase di esercizio per la combinazione caratteristica e per quella quasi permanente siano inferiori ai massimi valori consentiti (per il calcestruzzo, compressione: $0,60 f_{ck}$ in combinazione caratteristica e $0,40 f_{ck}$ in combinazione quasi permanente; per l'acciaio: $0,8 f_{yk}$ in combinazione caratteristica).

Momento trasversale M22=My

Comb	inf	sup
SLE-R	2150	80
SLE-QP	1700	90

Momento longitudinale M11=Mx

Comb	inf	sup
SLE-R	1050	130
SLE-QP	840	1200

		comb. Rara	comb. Rara	comb. Rara	comb. Rara		
MATERIALI		Momento longitudinale M11=Mx		Momento trasversale M22=My			
		inf	sup	inf	sup		
Calcestruzzo							
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}	=	1.98	1.98	1.98	1.98	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice
f_{ctm}	=	3.40	3.40	3.40	3.40	MPa	resistenza media a trazione per flessione
γ_c	=	1.50	1.50	1.50	1.50		coefficiente parziale di sicurezza
α_{cc}	=	0.85	0.85	0.85	0.85		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
f_{cd}	=	16.46	16.46	16.46	16.46	MPa	resistenza di calcolo a compressione
f_{ctd}	=	1.32	1.32	1.32	1.32	MPa	resistenza di calcolo a trazione
E_c	=	32588	32588	32588	32588	MPa	modulo di Young
Acciaio							
E_s	=	206000	206000	206000	206000	MPa	modulo di Young acciaio
γ_s	=	1.15	1.15	1.15	1.15		coefficiente parziale acciaio
f_{yk}	=	450.0	450.0	450.0	450.0	MPa	tensione caratteristica di snervamento acciaio
f_{yd}	=	391.3	391.3	391.3	391.3	MPa	tensione di snervamento di calcolo dell'acciaio
n	=	15	15	15	15		coefficiente di omogeneizzazione
GEOMETRIA SEZIONE							
B	=	1000	1000	1000	1000	mm	larghezza
H	=	2500	2500	2500	2500	mm	altezza
c'	=	50	50	50	50	mm	copriferro
ARMATURA							
numero barre							

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: Viadotto Busita II	
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx	
	Pagina 108 di 167	
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc	

n1 (superiore)	=	5	10	5	10		numero barre strato 1
n2	=						numero barre strato 2
n3	=						numero barre strato 3
n4	=						numero barre strato 4
n5	=						numero barre strato 5
n6	=						numero barre strato 6
n7	=						numero barre strato 7
n8 (inferiore)	=	10	5	10	5		numero barre strato 8
diametro barre							
Ø1	=	20	24	20	26	mm	diametro barre strato 1
Ø2	=					mm	diametro barra strato 2
Ø3	=					mm	diametro barra strato 3
Ø4	=					mm	diametro barra strato 4
Ø5	=					mm	diametro barra strato 5
Ø6	=					mm	diametro barra strato 6
Ø7	=					mm	diametro barra strato 7
Ø8	=	24	20	26	20	mm	diametro barra strato 8
ordinate barre							
y1	=	2450	2450	2450	2450	mm	ordinata barre strato 1
y2	=					mm	ordinata barre strato 2
y3	=					mm	ordinata barre strato 3
y4	=					mm	ordinata barre strato 4
y5	=					mm	ordinata barre strato 5
y6	=					mm	ordinata barre strato 6
y7	=					mm	ordinata barre strato 7
y8	=	50	50	50	50	mm	ordinata barre strato 8
area barre							
A _{s1}	=	1571	4524	1571	5309	mm ²	area barre strato 1
A _{s2}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 2
A _{s3}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 3
A _{s4}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 4
A _{s5}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 5
A _{s6}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 6
A _{s7}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 7
A _{s8}	=	4524	1571	5309	1571	mm ²	area barre strato 8
SOLLECITAZIONI							
		M11+	M11-	M22+	M22-		da sap
M	=	1050	130	2150	80	kNm	momento flettente (sempre >0 tende le fibre inferiori)
N	=	0	0	0	0	kN	sfuerzo normale (>0 compressione)
VERIFICA TENSIONI NEI MATERIALI							
cs	=	1	1	1	1		
cs	=	flessione semplice	flessione semplice	flessione semplice	flessione semplice		
an	=	494.4	270.0	531.8	263.0	mm	asse neutro (distanza da lembo compresso)
Y _n	=	2006	2230	1968	2237	mm	ordinata asse neutro
A	=	585850	361382	635012	366153	mm ²	area sezione reagente
J	=	304451294695	121821133048	348634847372	122373025604	mm ⁴	momento d'inerzia sezione reagente
S	=	0	0	0	0	mm ³	momento statico sezione reagente
Verifica tensione massima di compressione del calcestruzzo nelle condizioni di esercizio							
σ _c	=	-1.71	-0.29	-3.28	-0.17	MPa	tensione calcestruzzo
σ _{c,max}	=	-17.43	-17.43	-17.43	-17.43	MPa	massima tensione del cls da normativa

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 109 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

FS		10.22	60.50	5.31	101.40	check ok se >1
Verifica tensione massima dell'acciaio in condizioni di esercizio						
σ_s	=	101.17	34.90	177.44	21.45	MPa tensione massima acciaio
$\sigma_{s,max}$	=	360.00	360.00	360.00	360.00	MPa massima tensione dell'acciaio normativa
FS		3.56	10.32	2.03	16.79	check ok se >1

MATERIALI		comb.		comb.			
		Quasi Perm.	Quasi Perm.	Quasi Perm.	Quasi Perm.		
		Momento longitudinale M11=MX		Momento trasversale M22=My			
		inf	sup	inf	sup		
Calcestruzzo							
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}	=	1.98	1.98	1.98	1.98	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice
f_{ctm}	=	3.40	3.40	3.40	3.40	MPa	resistenza media a trazione per flessione
γ_c	=	1.50	1.50	1.50	1.50		coefficiente parziale di sicurezza
α_{cc}	=	0.85	0.85	0.85	0.85		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
f_{cd}	=	16.46	16.46	16.46	16.46	MPa	resistenza di calcolo a compressione
f_{ctd}	=	1.32	1.32	1.32	1.32	MPa	resistenza di calcolo a trazione
E_c	=	32588	32588	32588	32588	MPa	modulo di Young
Acciaio							
E_s	=	206000	206000	206000	206000	MPa	modulo di Young acciaio
γ_s	=	1.15	1.15	1.15	1.15		coefficiente parziale acciaio
f_{yk}	=	450.0	450.0	450.0	450.0	MPa	tensione caratteristica di snervamento acciaio
f_{yd}	=	391.3	391.3	391.3	391.3	MPa	tensione di snervamento di calcolo dell'acciaio
n	=	15	15	15	15		coefficiente di omogeneizzazione
GEOMETRIA SEZIONE							
B	=	1000	1000	1000	1000	mm	larghezza
H	=	2500	2500	2500	2500	mm	altezza
c'	=	50	50	50	50	mm	copriferro
ARMATURA							
numero barre							
n_1 (superiore)	=	5	10	5	10		numero barre strato 1
n_2	=						numero barre strato 2
n_3	=						numero barre strato 3
n_4	=						numero barre strato 4
n_5	=						numero barre strato 5
n_6	=						numero barre strato 6
n_7	=						numero barre strato 7
n_8 (inferiore)	=	10	5	10	5		numero barre strato 8
diametro barre							
\varnothing_1	=	20	24	20	26	mm	diametro barre strato 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: Viadotto Busita II			
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx			
	Pagina 110 di 167			
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc			

Ø2	=					mm	diametro barra strato 2
Ø3	=					mm	diametro barra strato 3
Ø4	=					mm	diametro barra strato 4
Ø5	=					mm	diametro barra strato 5
Ø6	=					mm	diametro barra strato 6
Ø7	=					mm	diametro barra strato 7
Ø8	=	24	20	26	20	mm	diametro barra strato 8
ordinate barre							
y1	=	2450	2450	2450	2450	mm	ordinata barre strato 1
y2	=					mm	ordinata barre strato 2
y3	=					mm	ordinata barre strato 3
y4	=					mm	ordinata barre strato 4
y5	=					mm	ordinata barre strato 5
y6	=					mm	ordinata barre strato 6
y7	=					mm	ordinata barre strato 7
y8	=	50	50	50	50	mm	ordinata barre strato 8
area barre							
A _{s1}	=	1571	4524	1571	5309	mm ²	area barre strato 1
A _{s2}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 2
A _{s3}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 3
A _{s4}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 4
A _{s5}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 5
A _{s6}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 6
A _{s7}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 7
A _{s8}	=	4524	1571	5309	1571	mm ²	area barre strato 8
SOLLECITAZIONI		M11+	M11-	M22+	M22-		da sap
M	=	840	200	1700	90	kNm	momento flettente (sempre >0 tende le fibre inferiori)
N	=	0	0	0	0	kN	sforzo normale (>0 compressione)
VERIFICA TENSIONI NEI MATERIALI							
cs	=	1	1	1	1		
cs	=	flessione semplice	flessione semplice	flessione semplice	flessione semplice		
an	=	494.4	270.0	531.8	263.0	mm	asse neutro (distanza da lembo compresso)
Y _n	=	2006	2230	1968	2237	mm	ordinata asse neutro
A	=	585850	361382	635012	366153	mm ²	area sezione reagente
J	=	304451294695	121821133048	348634847372	122373025604	mm ⁴	momento d'inerzia sezione reagente
S	=	0	0	0	0	mm ³	momento statico sezione reagente
Verifica tensione massima di compressione del calcestruzzo nelle condizioni di esercizio							
σ _c	=	-1.36	-0.44	-2.59	-0.19	MPa	tensione calcestruzzo
σ _{c,max}	=	-13.07	-13.07	-13.07	-13.07	MPa	massima tensione del cls da normativa
FS		9.58	29.50	5.04	67.60		check ok se >1

9.2 PLINTO P02 – TIPO C SU 8 PALI

Geometria del plinto in esame:

Pila	Tipo C	P02
n	=	8 numero pali
H	=	2.5 m altezza
L1	=	10.65 m dimensione plinto lungo x
L2	=	12 m dimensione plinto lungo y

Il calcolo delle sollecitazioni è stato eseguito schematizzando il plinto come un piastra rettangolare, vincolata mediante incastri al fusto della pila sovrastante e caricato da forze concentrate in corrispondenza degli assi dei pali, dal peso proprio e dal peso del terreno di ricoprimento del plinto stesso.

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. La quasi totalità degli elementi shell impiegati sono di tipo quadrangolare a quattro nodi e tutti includono gli effetti della deformabilità a taglio (formulazione di *Mindlin-Reissner*).

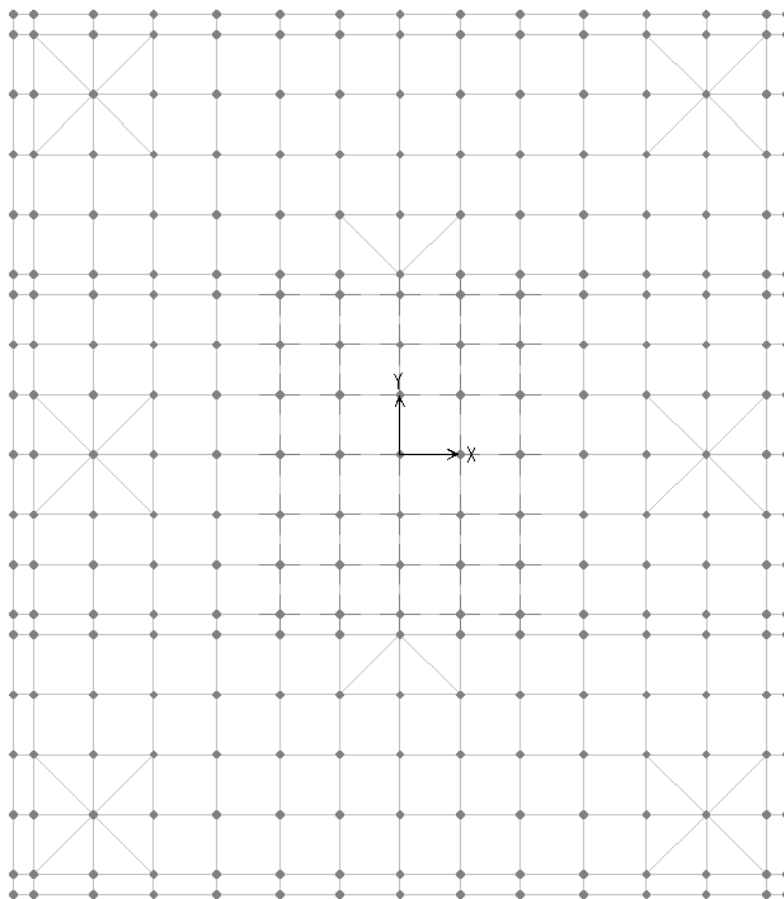


Figura 17: Modello agli elementi finiti del plinto P02 carreggiata SX

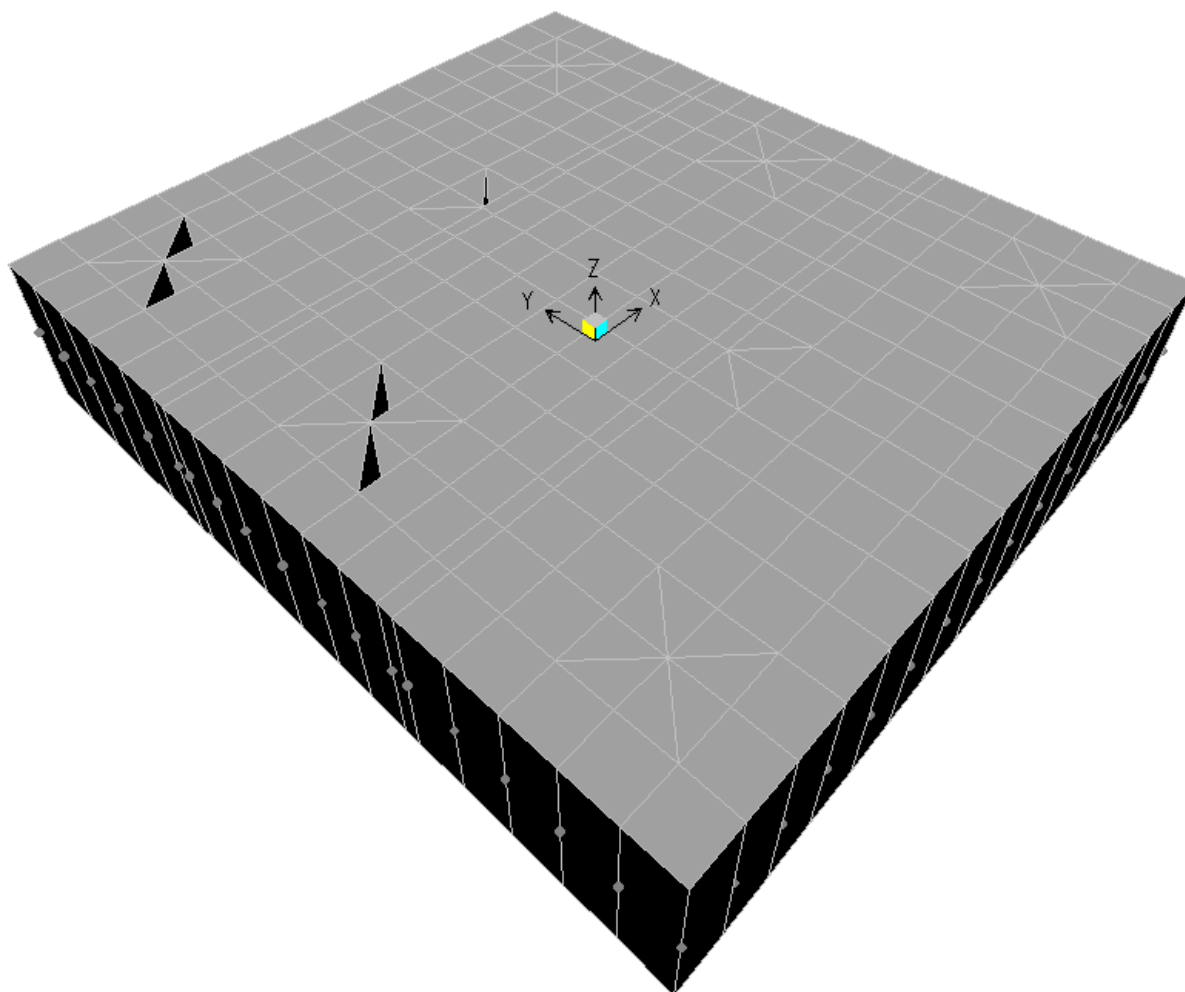


Figura 18: Vista 3d del modello agli elementi finiti

9.2.1 Analisi dei carichi e combinazioni di carico

Il plinto risulta sollecitato da forze concentrate in corrispondenza dei pali. I valori di tali azioni sono quelli determinati ai precedenti paragrafi dedicati all'analisi delle palificate. In particolare, di seguito si riportano le azioni sui pali della pila P02 della carreggiata sinistra, alle quali si fa riferimento per il dimensionamento di tutti i plinti di questa tipologia, in quanto sono le più gravose.

Azioni Sui Pali della Pila P02 carreggiata sinistra

Joint	LoadCase	N
Pali	Combinazioni	KN
P01	SLU-1	4153
P01	SLU-2	4213
P01	SLU-3	5862
P01	SLU-4	5922
P01	SLU-5	3417
P01	SLU-6	3476
P01	SLU-7	5126

Joint	LoadCase	N
Pali	Combinazioni	KN
P01	SLU-8	5185
P01	SLU-9	4185
P01	SLU-10	4245
P01	SLU-11	5894
P01	SLU-12	5954
P01	SLU-13	3633
P01	SLU-14	3693
P01	SLU-15	5342
P01	SLU-16	5402
P01	SLU-17	4010
P01	SLU-18	4070
P01	SLU-19	5719
P01	SLU-20	5779
P01	SLU-21	3458
P01	SLU-22	3518
P01	SLU-23	5167
P01	SLU-24	5227
P01	SLU-25	3441
P01	SLU-26	3501
P01	SLU-27	6289
P01	SLU-28	6349
P01	SLU-29	2888
P01	SLU-30	2948
P01	SLU-31	5737
P01	SLU-32	5797
P01	SLU-33	4003
P01	SLU-34	4103
P01	SLU-35	5712
P01	SLU-36	5812
P01	SLU-37	3451
P01	SLU-38	3551
P01	SLU-39	5160
P01	SLU-40	5260
P01	SLV-1	3857
P01	SLV-2	3898
P01	SLV-3	2789
P01	SLV-4	2830
P01	SLV-5	3245
P01	SLV-6	3287
P01	SLR-1	3024
P01	SLR-2	3074
P01	SLR-3	4164
P01	SLR-4	4213
P01	SLR-5	2799
P01	SLR-6	2849
P01	SLR-7	3939
P01	SLR-8	3989
P01	SLF-1	3404

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 114 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

Joint	LoadCase	N
Pali	Combinazioni	KN
P01	SLF-2	3454
P01	SLF-3	3784
P01	SLF-4	3834
P01	SLF-5	3179
P01	SLF-6	3229
P01	SLF-7	3559
P01	SLF-8	3609
P01	SLQP-1	3278
P01	SLQP-2	3320
P02	SLU-1	6407
P02	SLU-2	6515
P02	SLU-3	4605
P02	SLU-4	4713
P02	SLU-5	6523
P02	SLU-6	6631
P02	SLU-7	4721
P02	SLU-8	4829
P02	SLU-9	6379
P02	SLU-10	6487
P02	SLU-11	4577
P02	SLU-12	4685
P02	SLU-13	6467
P02	SLU-14	6574
P02	SLU-15	4664
P02	SLU-16	4772
P02	SLU-17	6182
P02	SLU-18	6290
P02	SLU-19	4380
P02	SLU-20	4488
P02	SLU-21	6269
P02	SLU-22	6377
P02	SLU-23	4467
P02	SLU-24	4575
P02	SLU-25	6783
P02	SLU-26	6891
P02	SLU-27	3779
P02	SLU-28	3887
P02	SLU-29	6870
P02	SLU-30	6978
P02	SLU-31	3866
P02	SLU-32	3974
P02	SLU-33	6201
P02	SLU-34	6381
P02	SLU-35	4399
P02	SLU-36	4578
P02	SLU-37	6288
P02	SLU-38	6468
P02	SLU-39	4486

Joint	LoadCase	N
Pali	Combinazioni	KN
P02	SLU-40	4665
P02	SLV-1	4511
P02	SLV-2	4585
P02	SLV-3	4459
P02	SLV-4	4534
P02	SLV-5	3893
P02	SLV-6	3967
P02	SLR-1	4510
P02	SLR-2	4600
P02	SLR-3	3308
P02	SLR-4	3398
P02	SLR-5	3445
P02	SLR-6	3535
P02	SLR-7	2244
P02	SLR-8	2334
P02	SLF-1	4109
P02	SLF-2	4199
P02	SLF-3	3709
P02	SLF-4	3799
P02	SLF-5	3045
P02	SLF-6	3135
P02	SLF-7	2644
P02	SLF-8	2734
P02	SLQP-1	3405
P02	SLQP-2	3480
P03	SLU-1	5280
P03	SLU-2	5364
P03	SLU-3	5234
P03	SLU-4	5317
P03	SLU-5	4970
P03	SLU-6	5054
P03	SLU-7	4923
P03	SLU-8	5007
P03	SLU-9	5282
P03	SLU-10	5366
P03	SLU-11	5236
P03	SLU-12	5320
P03	SLU-13	5050
P03	SLU-14	5134
P03	SLU-15	5003
P03	SLU-16	5087
P03	SLU-17	5096
P03	SLU-18	5180
P03	SLU-19	5050
P03	SLU-20	5134
P03	SLU-21	4864
P03	SLU-22	4948
P03	SLU-23	4817

Joint	LoadCase	N
Pali	Combinazioni	KN
P03	SLU-24	4901
P03	SLU-25	5112
P03	SLU-26	5196
P03	SLU-27	5034
P03	SLU-28	5118
P03	SLU-29	4879
P03	SLU-30	4963
P03	SLU-31	4802
P03	SLU-32	4885
P03	SLU-33	5102
P03	SLU-34	5242
P03	SLU-35	5056
P03	SLU-36	5195
P03	SLU-37	4870
P03	SLU-38	5009
P03	SLU-39	4823
P03	SLU-40	4963
P03	SLV-1	4184
P03	SLV-2	4242
P03	SLV-3	3624
P03	SLV-4	3682
P03	SLV-5	3569
P03	SLV-6	3627
P03	SLR-1	3767
P03	SLR-2	3837
P03	SLR-3	3736
P03	SLR-4	3806
P03	SLR-5	3122
P03	SLR-6	3192
P03	SLR-7	3091
P03	SLR-8	3161
P03	SLF-1	3757
P03	SLF-2	3826
P03	SLF-3	3746
P03	SLF-4	3816
P03	SLF-5	3112
P03	SLF-6	3182
P03	SLF-7	3102
P03	SLF-8	3171
P03	SLQP-1	3342
P03	SLQP-2	3400
P04	SLU-1	3881
P04	SLU-2	3811
P04	SLU-3	5680
P04	SLU-4	5611
P04	SLU-5	3135
P04	SLU-6	3066
P04	SLU-7	4935

Joint	LoadCase	N
Pali	Combinazioni	KN
P04	SLU-8	4865
P04	SLU-9	3541
P04	SLU-10	3472
P04	SLU-11	5341
P04	SLU-12	5271
P04	SLU-13	2983
P04	SLU-14	2913
P04	SLU-15	4782
P04	SLU-16	4712
P04	SLU-17	3738
P04	SLU-18	3669
P04	SLU-19	5538
P04	SLU-20	5468
P04	SLU-21	3180
P04	SLU-22	3110
P04	SLU-23	4979
P04	SLU-24	4910
P04	SLU-25	3139
P04	SLU-26	3069
P04	SLU-27	6138
P04	SLU-28	6068
P04	SLU-29	2580
P04	SLU-30	2510
P04	SLU-31	5579
P04	SLU-32	5509
P04	SLU-33	3704
P04	SLU-34	3588
P04	SLU-35	5504
P04	SLU-36	5388
P04	SLU-37	3145
P04	SLU-38	3029
P04	SLU-39	4945
P04	SLU-40	4829
P04	SLV-1	2002
P04	SLV-2	1953
P04	SLV-3	2052
P04	SLV-4	2003
P04	SLV-5	2580
P04	SLV-6	2532
P04	SLR-1	2833
P04	SLR-2	2775
P04	SLR-3	4033
P04	SLR-4	3974
P04	SLR-5	2615
P04	SLR-6	2557
P04	SLR-7	3815
P04	SLR-8	3757
P04	SLF-1	3233

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 118 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

Joint	LoadCase	N
Pali	Combinazioni	KN
P04	SLF-2	3175
P04	SLF-3	3633
P04	SLF-4	3574
P04	SLF-5	3015
P04	SLF-6	2957
P04	SLF-7	3415
P04	SLF-8	3357
P04	SLQP-1	3124
P04	SLQP-2	3076
P05	SLU-1	6135
P05	SLU-2	6113
P05	SLU-3	4423
P05	SLU-4	4401
P05	SLU-5	6242
P05	SLU-6	6220
P05	SLU-7	4531
P05	SLU-8	4509
P05	SLU-9	5736
P05	SLU-10	5714
P05	SLU-11	4024
P05	SLU-12	4002
P05	SLU-13	5816
P05	SLU-14	5794
P05	SLU-15	4104
P05	SLU-16	4083
P05	SLU-17	5910
P05	SLU-18	5889
P05	SLU-19	4199
P05	SLU-20	4177
P05	SLU-21	5991
P05	SLU-22	5969
P05	SLU-23	4279
P05	SLU-24	4257
P05	SLU-25	6481
P05	SLU-26	6459
P05	SLU-27	3628
P05	SLU-28	3606
P05	SLU-29	6561
P05	SLU-30	6540
P05	SLU-31	3709
P05	SLU-32	3687
P05	SLU-33	5902
P05	SLU-34	5865
P05	SLU-35	4190
P05	SLU-36	4154
P05	SLU-37	5982
P05	SLU-38	5946
P05	SLU-39	4271

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 119 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

Joint	LoadCase	N
Pali	Combinazioni	KN
P05	SLU-40	4234
P05	SLV-1	2656
P05	SLV-2	2641
P05	SLV-3	3722
P05	SLV-4	3707
P05	SLV-5	3228
P05	SLV-6	3213
P05	SLR-1	4318
P05	SLR-2	4300
P05	SLR-3	3177
P05	SLR-4	3159
P05	SLR-5	3261
P05	SLR-6	3243
P05	SLR-7	2120
P05	SLR-8	2102
P05	SLF-1	3938
P05	SLF-2	3920
P05	SLF-3	3558
P05	SLF-4	3539
P05	SLF-5	2881
P05	SLF-6	2863
P05	SLF-7	2501
P05	SLF-8	2482
P05	SLQP-1	3251
P05	SLQP-2	3236
P06	SLU-1	5008
P06	SLU-2	4962
P06	SLU-3	5052
P06	SLU-4	5006
P06	SLU-5	4689
P06	SLU-6	4643
P06	SLU-7	4733
P06	SLU-8	4687
P06	SLU-9	4639
P06	SLU-10	4593
P06	SLU-11	4683
P06	SLU-12	4637
P06	SLU-13	4399
P06	SLU-14	4353
P06	SLU-15	4443
P06	SLU-16	4397
P06	SLU-17	4824
P06	SLU-18	4779
P06	SLU-19	4869
P06	SLU-20	4823
P06	SLU-21	4585
P06	SLU-22	4539
P06	SLU-23	4629

Joint	LoadCase	N
Pali	Combinazioni	KN
P06	SLU-24	4583
P06	SLU-25	4810
P06	SLU-26	4764
P06	SLU-27	4883
P06	SLU-28	4837
P06	SLU-29	4571
P06	SLU-30	4525
P06	SLU-31	4644
P06	SLU-32	4598
P06	SLU-33	4803
P06	SLU-34	4727
P06	SLU-35	4847
P06	SLU-36	4771
P06	SLU-37	4564
P06	SLU-38	4487
P06	SLU-39	4608
P06	SLU-40	4532
P06	SLV-1	2329
P06	SLV-2	2297
P06	SLV-3	2887
P06	SLV-4	2855
P06	SLV-5	2904
P06	SLV-6	2872
P06	SLR-1	3576
P06	SLR-2	3537
P06	SLR-3	3605
P06	SLR-4	3567
P06	SLR-5	2938
P06	SLR-6	2900
P06	SLR-7	2968
P06	SLR-8	2929
P06	SLF-1	3585
P06	SLF-2	3547
P06	SLF-3	3595
P06	SLF-4	3557
P06	SLF-5	2948
P06	SLF-6	2910
P06	SLF-7	2958
P06	SLF-8	2920
P06	SLQP-1	3187
P06	SLQP-2	3156
P07	SLU-1	5708
P07	SLU-2	5739
P07	SLU-3	4828
P07	SLU-4	4859
P07	SLU-5	5606
P07	SLU-6	5637
P07	SLU-7	4727

Joint	LoadCase	N
Pali	Combinazioni	KN
P07	SLU-8	4758
P07	SLU-9	5509
P07	SLU-10	5540
P07	SLU-11	4630
P07	SLU-12	4661
P07	SLU-13	5433
P07	SLU-14	5464
P07	SLU-15	4554
P07	SLU-16	4585
P07	SLU-17	5503
P07	SLU-18	5534
P07	SLU-19	4624
P07	SLU-20	4655
P07	SLU-21	5427
P07	SLU-22	5458
P07	SLU-23	4548
P07	SLU-24	4579
P07	SLU-25	5797
P07	SLU-26	5827
P07	SLU-27	4331
P07	SLU-28	4362
P07	SLU-29	5720
P07	SLU-30	5751
P07	SLU-31	4255
P07	SLU-32	4286
P07	SLU-33	5502
P07	SLU-34	5554
P07	SLU-35	4623
P07	SLU-36	4674
P07	SLU-37	5426
P07	SLU-38	5478
P07	SLU-39	4547
P07	SLU-40	4598
P07	SLV-1	3420
P07	SLV-2	3441
P07	SLV-3	3673
P07	SLV-4	3694
P07	SLV-5	3398
P07	SLV-6	3420
P07	SLR-1	4043
P07	SLR-2	4069
P07	SLR-3	3457
P07	SLR-4	3482
P07	SLR-5	3192
P07	SLR-6	3218
P07	SLR-7	2606
P07	SLR-8	2632
P07	SLF-1	3847

Joint	LoadCase	N
Pali	Combinazioni	KN
P07	SLF-2	3873
P07	SLF-3	3652
P07	SLF-4	3678
P07	SLF-5	2996
P07	SLF-6	3022
P07	SLF-7	2801
P07	SLF-8	2827
P07	SLQP-1	3296
P07	SLQP-2	3318
P08	SLU-1	4580
P08	SLU-2	4587
P08	SLU-3	5457
P08	SLU-4	5464
P08	SLU-5	4053
P08	SLU-6	4060
P08	SLU-7	4929
P08	SLU-8	4936
P08	SLU-9	4412
P08	SLU-10	4419
P08	SLU-11	5288
P08	SLU-12	5295
P08	SLU-13	4016
P08	SLU-14	4023
P08	SLU-15	4893
P08	SLU-16	4900
P08	SLU-17	4417
P08	SLU-18	4424
P08	SLU-19	5294
P08	SLU-20	5301
P08	SLU-21	4022
P08	SLU-22	4029
P08	SLU-23	4898
P08	SLU-24	4905
P08	SLU-25	4125
P08	SLU-26	4132
P08	SLU-27	5586
P08	SLU-28	5593
P08	SLU-29	3729
P08	SLU-30	3736
P08	SLU-31	5190
P08	SLU-32	5197
P08	SLU-33	4403
P08	SLU-34	4415
P08	SLU-35	5280
P08	SLU-36	5291
P08	SLU-37	4007
P08	SLU-38	4019
P08	SLU-39	4884

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 123 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

Joint	LoadCase	N
Pali	Combinazioni	KN
P08	SLU-40	4896
P08	SLV-1	3093
P08	SLV-2	3097
P08	SLV-3	2838
P08	SLV-4	2843
P08	SLV-5	3075
P08	SLV-6	3080
P08	SLR-1	3300
P08	SLR-2	3306
P08	SLR-3	3884
P08	SLR-4	3890
P08	SLR-5	2869
P08	SLR-6	2875
P08	SLR-7	3453
P08	SLR-8	3459
P08	SLF-1	3495
P08	SLF-2	3501
P08	SLF-3	3689
P08	SLF-4	3695
P08	SLF-5	3064
P08	SLF-6	3069
P08	SLF-7	3258
P08	SLF-8	3264
P08	SLQP-1	3233
P08	SLQP-2	3238

Oltre che dalle azioni trasmesse dai pali il plinto risulta sollecitato dal peso proprio e dal peso del terreno di ricoprimento.

Il peso proprio è stato valutato in maniera automatica dal codice di calcolo una volta definito lo spessore del plinto, pari a 2,50 m, ed il peso specifico del calcestruzzo, assunto pari a 25,0 kN/m³.

Il peso del terreno di ricoprimento, coerentemente con quanto riportato nell'analisi della palificata, è stato determinato assumendo uno spessore del terreno stesso di 1,0 m. Quest'ultima azione è stata implementata nel modello di calcolo come un carico di superficie uniformemente distribuito sull'estradosso del plinto, ma al di fuori della superficie di ingombro della sezione di base della pila, di valore pari a:

$$g_2 = 18.0 \times 1.0 = 18.0 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{peso terreno}).$$

Nelle combinazioni di carico allo stato limite ultimo sia il peso proprio del plinto, sia il peso del terreno di ricoprimento, sono stati combinati con le azioni esercitate dai pali impiegando un coefficiente parziale pari a 1,35; nelle combinazioni di carico allo stato limite di salvaguardia della vita ed allo stato limite di esercizio il coefficiente parziale è stato invece assunto di valore pari a 1.

9.2.2 Sollecitazioni

Si riportano di seguito le schermate delle sollecitazioni risultanti (M11max, M22max, V13max, V23max,) per l'involuppo delle combinazioni relative allo stato limite ultimo ed allo stato limite di salvaguardia della vita, necessarie per il dimensionamento dell'armatura a flessione e di quella a taglio.

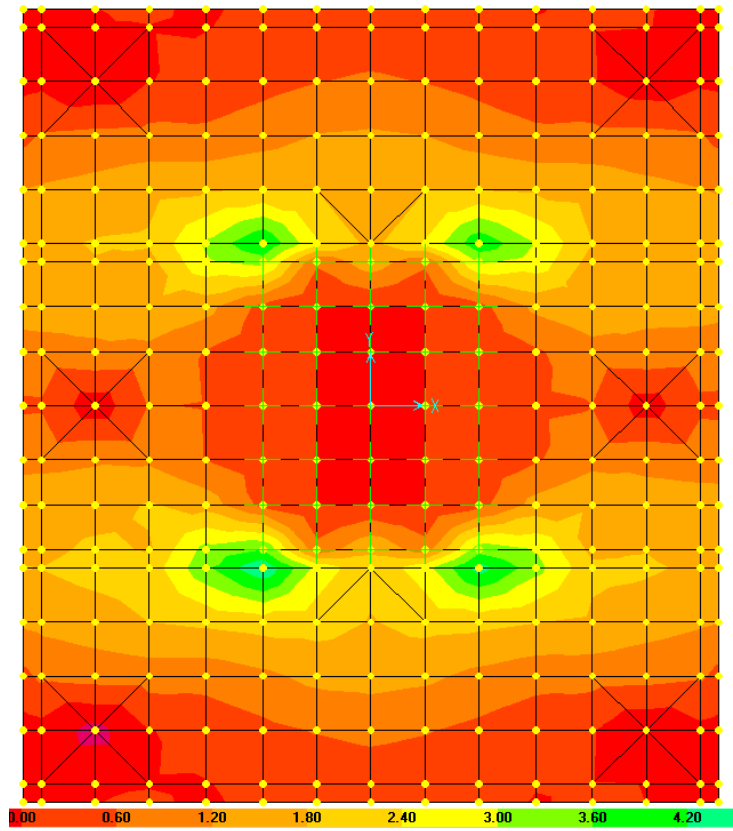


Figura 19: Momento longitudinale $M_{22}=M_y$

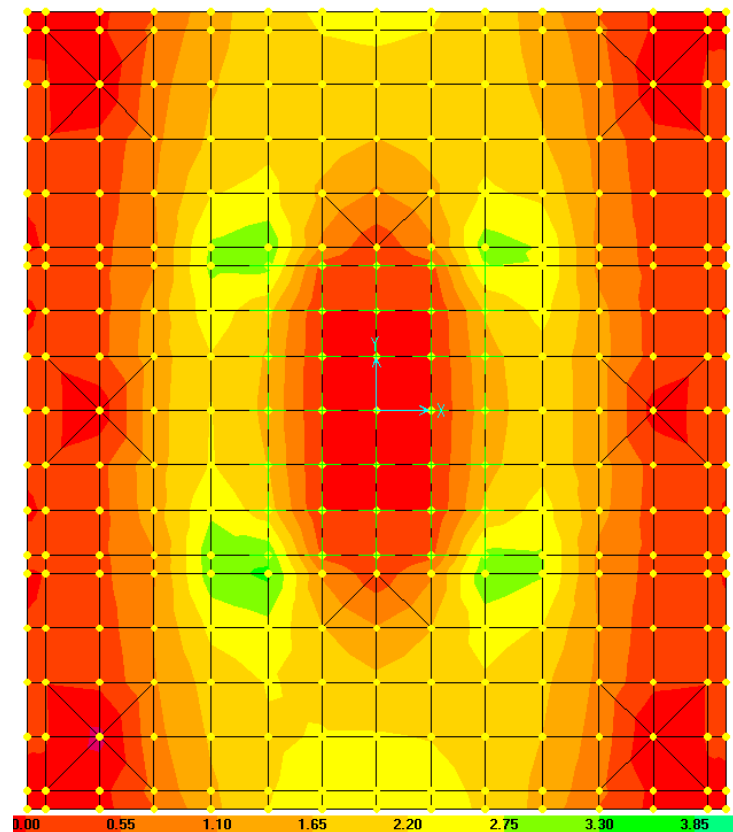


Figura 20: Momento trasversale $M_{11}=M_x$

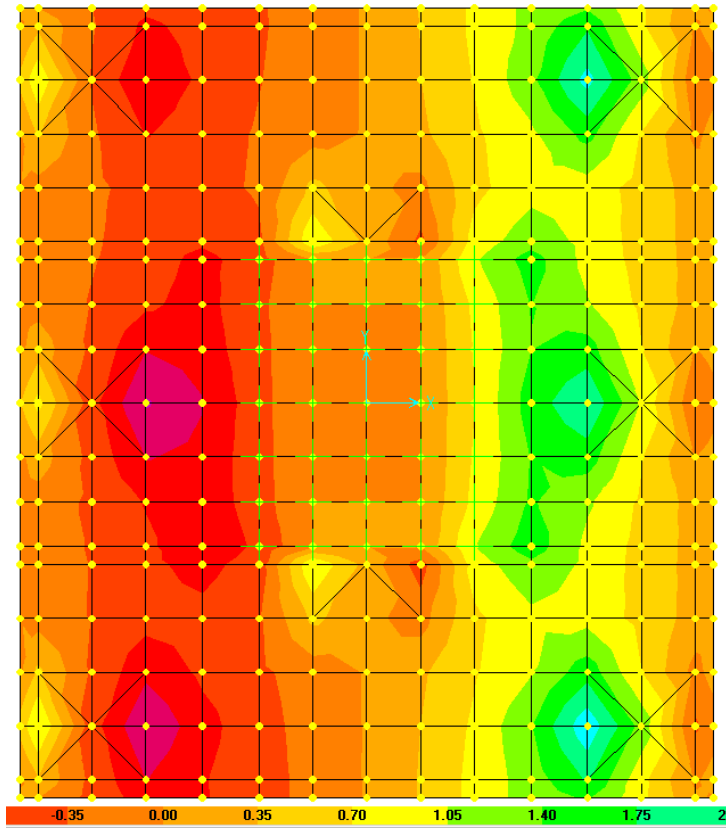


Figura 21: Taglio longitudinale V13=Fx

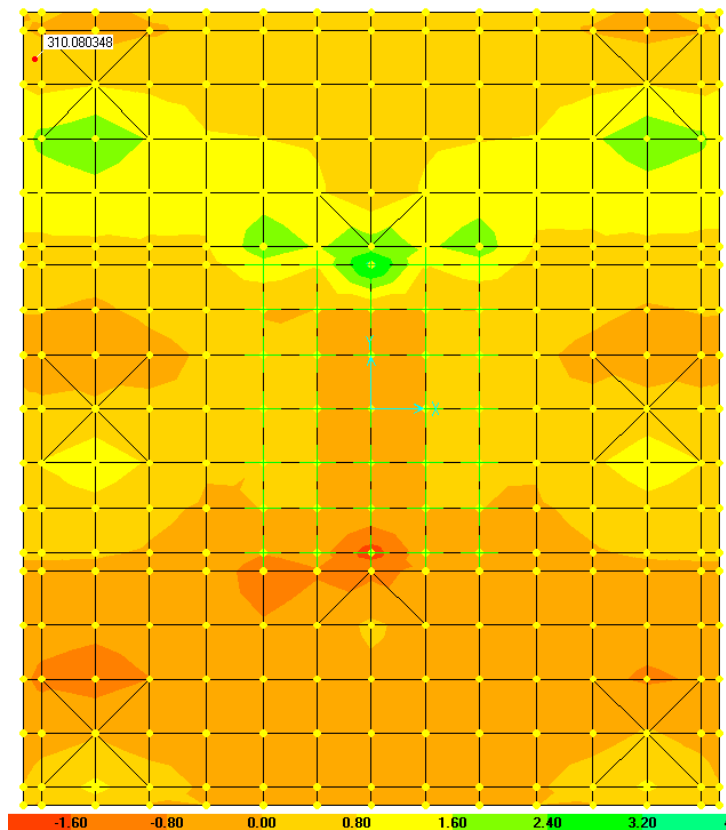


Figura 22: Taglio trasversale V23=Fx

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 126 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

9.2.3 Verifica della sezione del plinto

9.2.3.1 S.L.U. – Resistenza: presso-flessione

Sulla base delle sollecitazioni ottenute allo S.L.U. è stata disposta l'armatura a flessione. Il momento ultimo viene determinato con il programma V.C.A.S.L.U.. Si riporta di seguito la tabella riassuntiva dell'armatura longitudinale disposta nelle due direzioni e dei momenti resistenti associati:

Momento trasversale M22=My				$A_{res,TOT}$	M_{Sd}^{sup}	M_{Rd}^{sup}	FS		
				[cm ²]	[cm ²]	[cm ²]			
Arm-inf	10	Φ	26	53.1	4300	4988	1.16	OK	momento trasversale My+=M22
Arm-sup	5	Φ	20	15.7	130	1490	11.46	OK	momento trasversale My-=M22-

Momento longitudinale M11=Mx

Arm-inf	10	Φ	24	45.2	3260	4258	1.31	OK	momento longitudinale Mx+=M11+
Arm-sup	5	Φ	20	15.7	200	1490	7.45	OK	momento longitudinale Mx-=M11-

9.2.3.2 S.L.U. – Resistenza: taglio

Si è ritenuto opportuno disporre due cavallotti al metro quadro come armatura resistente a taglio. Considerando una striscia di un metro, la verifica a taglio risulta soddisfatta se:

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

in cui:

V_{Ed} : taglio di calcolo

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

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

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

dove:

d : altezza utile della sezione

b_w : base equivalente della sezione

A_{sw} : area dell'armatura trasversale

s : interasse tra due armature trasversali consecutive

α_c : coefficiente maggiorativo per lo sforzo assiale

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

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 127 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

		plinto P02	plinto P02		
Sollecitazioni	=	V13max	V23max		
V	=	2100	2000	kN	taglio
N	=	0	0	kN	sforzo normale (>0 compressione)
Geometria					
B	=	1000	1000	mm	larghezza sezione
H	=	2500	2500	mm	altezza sezione
c	=	50	50	mm	copriferro
d	=	2450	2450	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}	=	6094.0	8450.0	mm ²	armatura longitudinale
ρ _l	=	0.00244	0.00338		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 (<=0.2fcd)
V _{Rd}	=	725.9	809.4	kN	taglio resistente
FS	=	0.3	0.4		
check	=	NO	NO		
Verifica per elementi provvisti di armatura a taglio					
Ø _w	=	24	24	mm	diametro armatura resistente a taglio
a	=	90.0	90.0	°	inclinazione armatura
s	=	500	500	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
ctgΘ (V)	=	21.6	22.6		
ctgΘ	=	2.5	2.5		
Θ	=	22	22	°	inclinazione bielle di calcestruzzo
V _{Rsd}	=	3903.33	3903.33	kN	taglio resistente armatura
a _c	=	1.00	1.00		coefficiente maggiorativo
f _{cd}	=	8.23	8.23	MPa	resistenza ridotta
V _{Rcd}	=	12963.6	12963.6	kN	taglio resistente calcestruzzo
V _{Rd}	=	3903.3	3903.3	kN	taglio resistente sezione
FS	=	1.9	2.0		
check	=	OK	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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 128 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

9.2.3.3 S.L.E. – Fessurazione

Le verifiche di fessurazione vengono condotte in relazione alle indicazioni riportate negli Eurocodici (in particolare si veda EN 1992-1-1 cap. 7.3) e riprese sia dalle NTC (cap. 4.1.2.2.4) che dalla Circolare n.617. È richiesto in particolare, laddove il momento agente superi quello di fessurazione, di verificare che la tensione nelle barre di armatura rientri in determinati limiti (dipendenti dal diametro e dalla spaziatura dei ferri) o in alternativa di controllare che l'ampiezza della fessura che si apre non superi un determinato valore (funzione dello stato limite, delle condizioni ambientali e del tipo di armatura).

Si riportano di seguito le tabelle per le combinazioni considerate (frequente e quasi permanente), ricordando che si opera con armature poco sensibili ed in condizioni ambientali aggressive (classe di esposizione XA1).

Condizioni ambientali: **aggressive**

Armature: **poco sensibili**

Momento trasversale M22=My

Comb	inf	sup
SLE-F	2100	80
SLE-QP	1800	100

Momento longitudinale M11=Mx

Comb	inf	sup
SLE-F	1900	100
SLE-QP	1600	120

		comb.		comb.			
		FREQUENTE		FREQUENTE			
		Momento longitudinale M11=Mx		Momento trasversale M22=My			
MATERIALI		inf	sup	inf	sup		
Calcestruzzo							
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}	=	1.98	1.98	1.98	1.98	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice
f _{ctm}	=	3.40	3.40	3.40	3.40	MPa	resistenza media a trazione per flessione
γ _c	=	1.50	1.50	1.50	1.50		coefficiente parziale di sicurezza
α _{cc}	=	0.85	0.85	0.85	0.85		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
f _{cd}	=	16.46	16.46	16.46	16.46	MPa	resistenza di calcolo a compressione
f _{ctd}	=	1.32	1.32	1.32	1.32	MPa	resistenza di calcolo a trazione
E _c	=	32588	32588	32588	32588	MPa	modulo di Young
Acciaio							
E _s	=	206000	206000	206000	206000	MPa	modulo di Young acciaio
γ _s	=	1.15	1.15	1.15	1.15		coefficiente parziale acciaio
f _{yk}	=	450.0	450.0	450.0	450.0	MPa	tensione caratteristica di snervamento acciaio
f _{yd}	=	391.3	391.3	391.3	391.3	MPa	tensione di snervamento di calcolo dell'acciaio
n	=	15	15	15	15		coefficiente di omogeneizzazione

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 129 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

GEOMETRIA SEZIONE

B	=	1000	1000	1000	1000	mm	larghezza
H	=	2500	2500	2500	2500	mm	altezza
c'	=	50	50	50	50	mm	copriferro
ARMATURA							
numero barre							
n1 (superiore)	=	5	10	5	10		numero barre strato 1
n2	=						numero barre strato 2
n3	=						numero barre strato 3
n4	=						numero barre strato 4
n5	=						numero barre strato 5
n6	=						numero barre strato 6
n7	=						numero barre strato 7
n8 (inferiore)	=	10	5	10	5		numero barre strato 8
diametro barre							
Ø1	=	20	24	20	26	mm	diametro barre strato 1
Ø2	=					mm	diametro barra strato 2
Ø3	=					mm	diametro barra strato 3
Ø4	=					mm	diametro barra strato 4
Ø5	=					mm	diametro barra strato 5
Ø6	=					mm	diametro barra strato 6
Ø7	=					mm	diametro barra strato 7
Ø8	=	24	20	26	20	mm	diametro barra strato 8
ordinate barre							
y1	=	2450	2450	2450	2450	mm	ordinata barre strato 1
y2	=					mm	ordinata barre strato 2
y3	=					mm	ordinata barre strato 3
y4	=					mm	ordinata barre strato 4
y5	=					mm	ordinata barre strato 5
y6	=					mm	ordinata barre strato 6
y7	=					mm	ordinata barre strato 7
y8	=	50	50	50	50	mm	ordinata barre strato 8
area barre							
A _{s1}	=	1571	4524	1571	5309	mm ²	area barre strato 1
A _{s2}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 2
A _{s3}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 3
A _{s4}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 4
A _{s5}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 5
A _{s6}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 6
A _{s7}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 7
A _{s8}	=	4524	1571	5309	1571	mm ²	area barre strato 8
SOLLECITAZIONI							
M	=	M11+	M11-	M22+	M22-		da sap
M	=	1900	100	2100	80	kNm	momento flettente (sempre >0 tende le fibre inferiori)
N	=	0	0	0	0	kN	sforzo normale (>0 compressione)
VERIFICA TENSIONI NEI MATERIALI							
cs	=	1	1	1	1		
cs	=	flessione semplice	flessione semplice	flessione semplice	flessione semplice		
an	=	494.4	270.0	531.8	263.0	mm	asse neutro (distanza da lembo compresso)
Y _n	=	2006	2230	1968	2237	mm	ordinata asse neutro

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 130 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

A	=	585850	361382	635012	366153	mm ²	area sezione reagente
J	=	304451294695	121821133048	348634847372	122373025604	mm ⁴	momento d'inerzia sezione reagente
S	=	0	0	0	0	mm ³	momento statico sezione reagente
σ_c	=	-3.09	-0.22	-3.20	-0.17	MPa	tensione calcestruzzo
σ_s	=	183.06	26.84	173.31	21.45	MPa	tensione massima acciaio

VERIFICA A FESSURAZIONE

sezione tesa

M_{fess}	=	2752.9	2664.0	2796.3	2683.0	kNm	momento di fessurazione
$FS=M_{fess}/M_{Sd}$	=	1.4	26.6	1.3	33.5		check ok se >1

		comb.		comb.			
		QUASI PERM.		QUASI PERM.			
		Momento longitudinale M11=MX		Momento trasversale M22=My			
MATERIALI		inf	sup	inf	sup		
Calcestruzzo							
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}	=	1.98	1.98	1.98	1.98	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice
f_{ctm}	=	3.40	3.40	3.40	3.40	MPa	resistenza media a trazione per flessione
γ_c	=	1.50	1.50	1.50	1.50		coefficiente parziale di sicurezza
α_{cc}	=	0.85	0.85	0.85	0.85		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
f_{cd}	=	16.46	16.46	16.46	16.46	MPa	resistenza di calcolo a compressione
f_{ctd}	=	1.32	1.32	1.32	1.32	MPa	resistenza di calcolo a trazione
E_c	=	32588	32588	32588	32588	MPa	modulo di Young
Acciaio							
E_s	=	206000	206000	206000	206000	MPa	modulo di Young acciaio
γ_s	=	1.15	1.15	1.15	1.15		coefficiente parziale acciaio
f_{yk}	=	450.0	450.0	450.0	450.0	MPa	tensione caratteristica di snervamento acciaio
f_{yd}	=	391.3	391.3	391.3	391.3	MPa	tensione di snervamento di calcolo dell'acciaio
n	=	15	15	15	15		coefficiente di omogeneizzazione

GEOMETRIA SEZIONE

B	=	1000	1000	1000	1000	mm	larghezza
H	=	2500	2500	2500	2500	mm	altezza
c'	=	50	50	50	50	mm	copriferro

ARMATURA

numero barre

n1 (superiore)	=	5	10	5	10		numero barre strato 1
n2	=						numero barre strato 2
n3	=						numero barre strato 3
n4	=						numero barre strato 4
n5	=						numero barre strato 5
n6	=						numero barre strato 6
n7	=						numero barre strato 7

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: Viadotto Busita II	
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx	
	Pagina 131 di 167	
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc	

n8 (inferiore)	=	10	5	10	5	numero barre strato 8
diametro barre						
Ø1	=	20	24	20	26	mm diametro barre strato 1
Ø2	=					mm diametro barra strato 2
Ø3	=					mm diametro barra strato 3
Ø4	=					mm diametro barra strato 4
Ø5	=					mm diametro barra strato 5
Ø6	=					mm diametro barra strato 6
Ø7	=					mm diametro barra strato 7
Ø8	=	24	20	26	20	mm diametro barra strato 8
ordinate barre						
y1	=	2450	2450	2450	2450	mm ordinata barre strato 1
y2	=					mm ordinata barre strato 2
y3	=					mm ordinata barre strato 3
y4	=					mm ordinata barre strato 4
y5	=					mm ordinata barre strato 5
y6	=					mm ordinata barre strato 6
y7	=					mm ordinata barre strato 7
y8	=	50	50	50	50	mm ordinata barre strato 8
area barre						
A _{s1}	=	1571	4524	1571	5309	mm ² area barre strato 1
A _{s2}	=	0	0	0	0	mm ² area barre strato 2
A _{s3}	=	0	0	0	0	mm ² area barre strato 3
A _{s4}	=	0	0	0	0	mm ² area barre strato 4
A _{s5}	=	0	0	0	0	mm ² area barre strato 5
A _{s6}	=	0	0	0	0	mm ² area barre strato 6
A _{s7}	=	0	0	0	0	mm ² area barre strato 7
A _{s8}	=	4524	1571	5309	1571	mm ² area barre strato 8
SOLLECITAZIONI						
M	=	M11+	M11-	M22+	M22-	da sap
M	=	1600	120	1800	100	kNm momento flettente (sempre >0 tende le fibre inferiori)
N	=	0	0	0	0	kN sforzo normale (>0 compressione)
VERIFICA TENSIONI NEI MATERIALI						
cs	=	1	1	1	1	
cs = flessione semplice flessione semplice flessione semplice flessione semplice						
an	=	494.4	270.0	531.8	263.0	mm asse neutro (distanza da lembo compresso)
Y _n	=	2006	2230	1968	2237	mm ordinata asse neutro
A	=	585850	361382	635012	366153	mm ² area sezione reagente
J	=	304451294695	121821133048	348634847372	122373025604	mm ⁴ momento d'inerzia sezione reagente
S	=	0	0	0	0	mm ³ momento statico sezione reagente
σ _c	=	-2.60	-0.27	-2.75	-0.21	MPa tensione calcestruzzo
σ _s	=	154.16	32.21	148.55	26.81	MPa tensione massima acciaio
VERIFICA A FESSURAZIONE						
sezione tesa						
M _{fess}	=	2752.9	2664.0	2796.3	2683.0	kNm momento di fessurazione
FS=M _{fess} /M _{Sd}	=	1.7	22.2	1.6	26.8	check ok se >1

Tutte le verifiche risultano soddisfatte in quanto il momento di fessurazione è sempre maggiore del momento agente considerato.

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 132 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

9.2.3.4 S.L.E. – Limitazione delle tensioni

In accordo con quanto previsto dalle NTC al punto 4.1.2.2.5, si verifica ora che le massime tensioni agenti nel calcestruzzo e nell'acciaio in fase di esercizio per la combinazione caratteristica e per quella quasi permanente siano inferiori ai massimi valori consentiti (per il calcestruzzo, compressione: $0,60 f_{ck}$ in combinazione caratteristica e $0,40 f_{ck}$ in combinazione quasi permanente; per l'acciaio: $0,8 f_{yk}$ in combinazione caratteristica).

Momento trasversale M22=My

Comb	inf	sup
SLE-R	2800	100
SLE-QP	1800	100

Momento longitudinale M11=Mx

Comb	inf	sup
SLE-R	2160	160
SLE-QP	1600	120

		Momento longitudinale M11=Mx		Momento trasversale M22=My			
		comb. Rara	comb. Rara	comb. Rara	comb. Rara		
MATERIALI		inf	sup	inf	sup		
Calcestruzzo							
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}	=	1.98	1.98	1.98	1.98	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice
f_{ctm}	=	3.40	3.40	3.40	3.40	MPa	resistenza media a trazione per flessione
γ_c	=	1.50	1.50	1.50	1.50		coefficiente parziale di sicurezza
α_{cc}	=	0.85	0.85	0.85	0.85		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
f_{cd}	=	16.46	16.46	16.46	16.46	MPa	resistenza di calcolo a compressione
f_{ctd}	=	1.32	1.32	1.32	1.32	MPa	resistenza di calcolo a trazione
E_c	=	32588	32588	32588	32588	MPa	modulo di Young
Acciaio							
E_s	=	206000	206000	206000	206000	MPa	modulo di Young acciaio
γ_s	=	1.15	1.15	1.15	1.15		coefficiente parziale acciaio
f_{yk}	=	450.0	450.0	450.0	450.0	MPa	tensione caratteristica di snervamento acciaio
f_{yd}	=	391.3	391.3	391.3	391.3	MPa	tensione di snervamento di calcolo dell'acciaio
n	=	15	15	15	15		coefficiente di omogeneizzazione
GEOMETRIA SEZIONE							
B	=	1000	1000	1000	1000	mm	larghezza
H	=	2500	2500	2500	2500	mm	altezza
c'	=	50	50	50	50	mm	copriferro
ARMATURA							
numero barre							

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: Viadotto Busita II	
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx	
	Pagina 133 di 167	
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc	

n1 (superiore)	=	5	10	5	10		numero barre strato 1
n2	=						numero barre strato 2
n3	=						numero barre strato 3
n4	=						numero barre strato 4
n5	=						numero barre strato 5
n6	=						numero barre strato 6
n7	=						numero barre strato 7
n8 (inferiore)	=	10	5	10	5		numero barre strato 8
diametro barre							
Ø1	=	20	24	20	26	mm	diametro barre strato 1
Ø2	=					mm	diametro barra strato 2
Ø3	=					mm	diametro barra strato 3
Ø4	=					mm	diametro barra strato 4
Ø5	=					mm	diametro barra strato 5
Ø6	=					mm	diametro barra strato 6
Ø7	=					mm	diametro barra strato 7
Ø8	=	24	20	26	20	mm	diametro barra strato 8
ordinate barre							
y1	=	2450	2450	2450	2450	mm	ordinata barre strato 1
y2	=					mm	ordinata barre strato 2
y3	=					mm	ordinata barre strato 3
y4	=					mm	ordinata barre strato 4
y5	=					mm	ordinata barre strato 5
y6	=					mm	ordinata barre strato 6
y7	=					mm	ordinata barre strato 7
y8	=	50	50	50	50	mm	ordinata barre strato 8
area barre							
A _{s1}	=	1571	4524	1571	5309	mm ²	area barre strato 1
A _{s2}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 2
A _{s3}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 3
A _{s4}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 4
A _{s5}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 5
A _{s6}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 6
A _{s7}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 7
A _{s8}	=	4524	1571	5309	1571	mm ²	area barre strato 8
SOLLECITAZIONI		M11+	M11-	M22+	M22-		da sap
M	=	2160	160	2800	100	kNm	momento flettente (sempre >0 tende le fibre inferiori)
N	=	0	0	0	0	kN	sfuerzo normale (>0 compressione)
VERIFICA TENSIONI NEI MATERIALI							
cs	=	1	1	1	1		
cs	=	flessione semplice	flessione semplice	flessione semplice	flessione semplice		
an	=	494.4	270.0	531.8	263.0	mm	asse neutro (distanza da lembo compresso)
Y _n	=	2006	2230	1968	2237	mm	ordinata asse neutro
A	=	585850	361382	635012	366153	mm ²	area sezione reagente
J	=	304451294695	121821133048	348634847372	122373025604	mm ⁴	momento d'inerzia sezione reagente
S	=	0	0	0	0	mm ³	momento statico sezione reagente
Verifica tensione massima di compressione del calcestruzzo nelle condizioni di esercizio							
σ _c	=	-3.51	-0.35	-4.27	-0.21	MPa	tensione calcestruzzo
σ _{c,max}	=	-17.43	-17.43	-17.43	-17.43	MPa	massima tensione del cls da normativa

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: Viadotto Busita II	
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx	
	Pagina 134 di 167	
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc	

FS		4.97	49.16	4.08	81.12	check ok se >1
Verifica tensione massima dell'acciaio in condizioni di esercizio						
σ_s	=	208.11	42.95	231.08	26.81	MPa tensione massima acciaio
$\sigma_{s,max}$	=	360.00	360.00	360.00	360.00	MPa massima tensione dell'acciaio normativa
FS		1.73	8.38	1.56	13.43	check ok se >1
		comb.	comb.	comb.	comb.	
		Quasi Perm.	Quasi Perm.	Quasi Perm.	Quasi Perm.	
		Momento longitudinale M11=MX		Momento trasversale M22=My		
		inf	sup	inf	sup	
MATERIALI						
Calcestruzzo						
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}	=	1.98	1.98	1.98	1.98	MPa resistenza caratteristica a trazione semplice
f_{ctm}	=	3.40	3.40	3.40	3.40	MPa resistenza media a trazione per flessione
γ_c	=	1.50	1.50	1.50	1.50	coefficiente parziale di sicurezza
α_{cc}	=	0.85	0.85	0.85	0.85	coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
f_{cd}	=	16.46	16.46	16.46	16.46	MPa resistenza di calcolo a compressione
f_{ctd}	=	1.32	1.32	1.32	1.32	MPa resistenza di calcolo a trazione
E_c	=	32588	32588	32588	32588	MPa modulo di Young
Acciaio						
E_s	=	206000	206000	206000	206000	MPa modulo di Young acciaio
γ_s	=	1.15	1.15	1.15	1.15	coefficiente parziale acciaio
f_{yk}	=	450.0	450.0	450.0	450.0	MPa tensione caratteristica di snervamento acciaio
f_{yd}	=	391.3	391.3	391.3	391.3	MPa tensione di snervamento di calcolo dell'acciaio
n	=	15	15	15	15	coefficiente di omogeneizzazione
GEOMETRIA SEZIONE						
B	=	1000	1000	1000	1000	mm larghezza
H	=	2500	2500	2500	2500	mm altezza
c'	=	50	50	50	50	mm copriferro
ARMATURA						
numero barre						
n1 (superiore)	=	5	10	5	10	numero barre strato 1
n2	=					numero barre strato 2
n3	=					numero barre strato 3
n4	=					numero barre strato 4
n5	=					numero barre strato 5
n6	=					numero barre strato 6
n7	=					numero barre strato 7
n8 (inferiore)	=	10	5	10	5	numero barre strato 8
diametro barre						
Ø1	=	20	24	20	26	mm diametro barre strato 1
Ø2	=					mm diametro barra strato 2
Ø3	=					mm diametro barra strato 3

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 135 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

Ø4	=					mm	diametro barra strato 4
Ø5	=					mm	diametro barra strato 5
Ø6	=					mm	diametro barra strato 6
Ø7	=					mm	diametro barra strato 7
Ø8	=	24	20	26	20	mm	diametro barra strato 8
ordinate barre							
y1	=	2450	2450	2450	2450	mm	ordinata barre strato 1
y2	=					mm	ordinata barre strato 2
y3	=					mm	ordinata barre strato 3
y4	=					mm	ordinata barre strato 4
y5	=					mm	ordinata barre strato 5
y6	=					mm	ordinata barre strato 6
y7	=					mm	ordinata barre strato 7
y8	=	50	50	50	50	mm	ordinata barre strato 8
area barre							
A _{s1}	=	1571	4524	1571	5309	mm ²	area barre strato 1
A _{s2}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 2
A _{s3}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 3
A _{s4}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 4
A _{s5}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 5
A _{s6}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 6
A _{s7}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 7
A _{s8}	=	4524	1571	5309	1571	mm ²	area barre strato 8
SOLLECITAZIONI		M11+	M11-	M22+	M22-		da sap
M	=	1600	120	1800	100	kNm	momento flettente (sempre >0 tende le fibre inferiori)
N	=	0	0	0	0	kN	sforzo normale (>0 compressione)
VERIFICA TENSIONI NEI MATERIALI							
cs	=	1	1	1	1		
cs	=	flessione semplice	flessione semplice	flessione semplice	flessione semplice		
an	=	494.4	270.0	531.8	263.0	mm	asse neutro (distanza da lembo compresso)
Y _n	=	2006	2230	1968	2237	mm	ordinata asse neutro
A	=	585850	361382	635012	366153	mm ²	area sezione reagente
J	=	304451294695	121821133048	348634847372	122373025604	mm ⁴	momento d'inerzia sezione reagente
S	=	0	0	0	0	mm ³	momento statico sezione reagente
Verifica tensione massima di compressione del calcestruzzo nelle condizioni di esercizio							
σ _c	=	-2.60	-0.27	-2.75	-0.21	MPa	tensione calcestruzzo
σ _{c,max}	=	-13.07	-13.07	-13.07	-13.07	MPa	massima tensione del cls da normativa
FS	=	5.03	49.16	4.76	60.84		check ok se >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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 136 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

9.3 PLINTO P03 – TIPO A SU 12 PALI

Geometria del plinto in esame:

Pila	Tipo A	P03
n	= 12	numero pali
H	= 2.5 m	altezza
L1	= 12 m	dimensione plinto lungo x
L2	= 16.5 m	dimensione plinto lungo y

Il calcolo delle sollecitazioni è stato eseguito schematizzando il plinto come un piastra rettangolare, vincolata mediante incastri al fusto della pila sovrastante e caricato da forze concentrate in corrispondenza degli assi dei pali, dal peso proprio e dal peso del terreno di ricoprimento del plinto stesso.

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. La quasi totalità degli elementi shell impiegati sono di tipo quadrangolare a quattro nodi e tutti includono gli effetti della deformabilità a taglio (formulazione di *Mindlin-Reissner*).

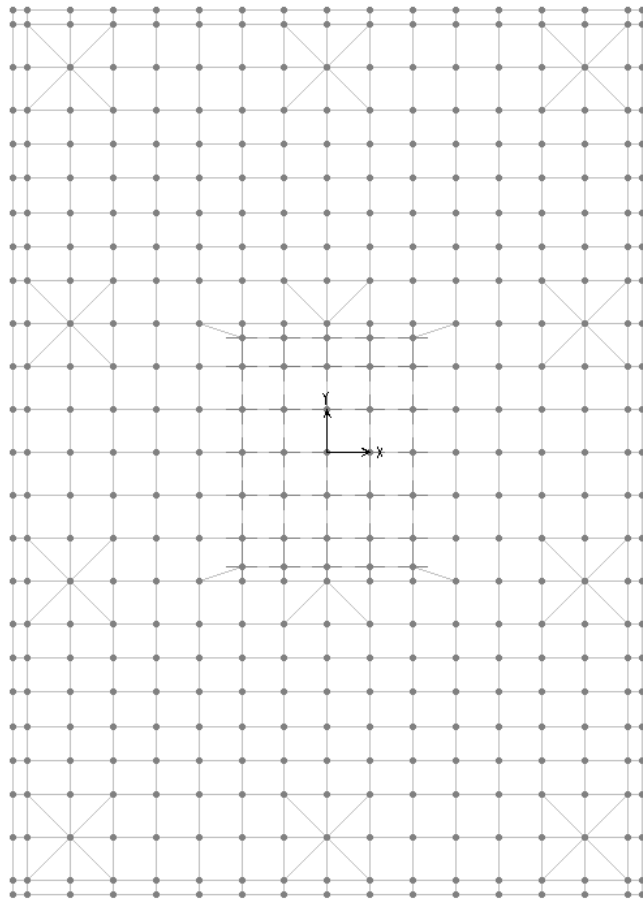


Figura 23: Modello agli elementi finiti del plinto P03 carreggiata SX

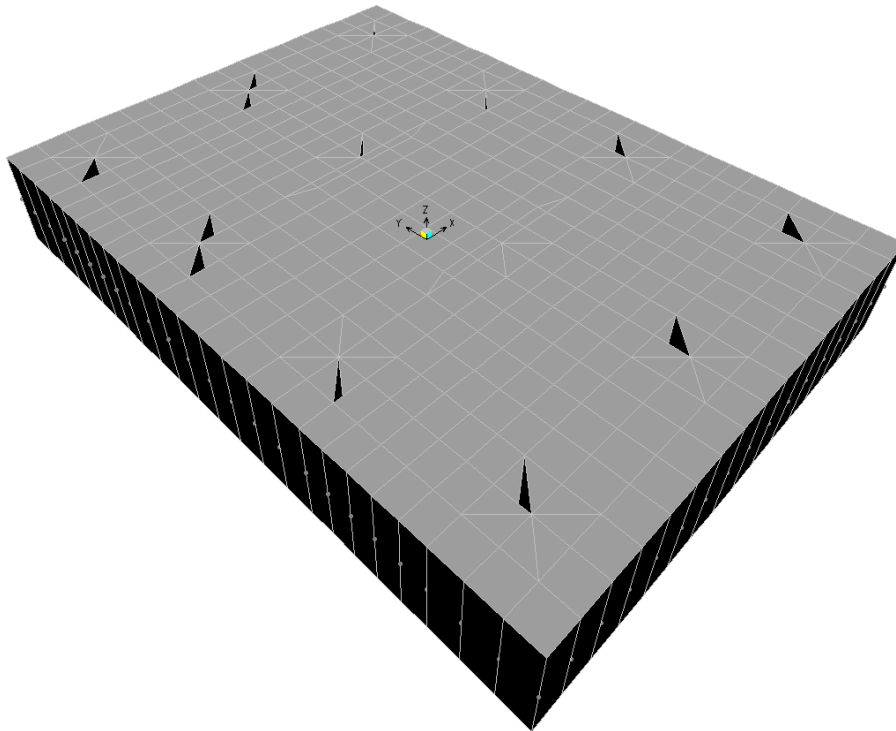


Figura 24: Vista 3d del modello agli elementi finiti

9.3.1 Analisi dei carichi e combinazioni di carico

Il plinto risulta sollecitato da forze concentrate in corrispondenza dei pali. I valori di tali azioni sono quelli determinati ai precedenti paragrafi dedicati all'analisi delle palificate. In particolare, di seguito si riportano le azioni sui pali della pila P03 della carreggiata sinistra, alle quali si fa riferimento per il dimensionamento di tutti i plinti di questa tipologia, in quanto sono le più gravose.

Azioni Sui Pali della Pila P03 carreggiata sinistra

Joint	LoadCase	F3
Text	Text	KN
P01	SLU-1	4932
P01	SLU-2	4931
P01	SLU-3	6002
P01	SLU-4	6001
P01	SLU-5	4509
P01	SLU-6	4508
P01	SLU-7	5579
P01	SLU-8	5578
P01	SLU-9	4887
P01	SLU-10	4886
P01	SLU-11	5957
P01	SLU-12	5956
P01	SLU-13	4569
P01	SLU-14	4568
P01	SLU-15	5639

Joint	LoadCase	F3
Text	Text	KN
P01	SLU-16	5638
P01	SLU-17	4787
P01	SLU-18	4786
P01	SLU-19	5857
P01	SLU-20	5856
P01	SLU-21	4469
P01	SLU-22	4468
P01	SLU-23	5539
P01	SLU-24	5538
P01	SLU-25	4430
P01	SLU-26	4429
P01	SLU-27	6214
P01	SLU-28	6213
P01	SLU-29	4113
P01	SLU-30	4111
P01	SLU-31	5896
P01	SLU-32	5895
P01	SLU-33	4783
P01	SLU-34	4782
P01	SLU-35	5854
P01	SLU-36	5852
P01	SLU-37	4466
P01	SLU-38	4464
P01	SLU-39	5536
P01	SLU-40	5534
P01	SLV-1	3944
P01	SLV-2	3943
P01	SLV-3	3423
P01	SLV-4	3422
P01	SLV-5	3608
P01	SLV-6	3607
P01	SLR-1	3575
P01	SLR-2	3574
P01	SLR-3	4288
P01	SLR-4	4287
P01	SLR-5	3164
P01	SLR-6	3163
P01	SLR-7	3877
P01	SLR-8	3876
P01	SLF-1	3813
P01	SLF-2	3812
P01	SLF-3	4051
P01	SLF-4	4050
P01	SLF-5	3402
P01	SLF-6	3401
P01	SLF-7	3640
P01	SLF-8	3639
P01	SLQP-1	3609

Joint	LoadCase	F3
Text	Text	KN
P01	SLQP-2	3609
P02	SLU-1	5378
P02	SLU-2	5383
P02	SLU-3	5733
P02	SLU-4	5738
P02	SLU-5	5087
P02	SLU-6	5092
P02	SLU-7	5442
P02	SLU-8	5447
P02	SLU-9	5323
P02	SLU-10	5328
P02	SLU-11	5677
P02	SLU-12	5682
P02	SLU-13	5105
P02	SLU-14	5110
P02	SLU-15	5460
P02	SLU-16	5465
P02	SLU-17	5220
P02	SLU-18	5225
P02	SLU-19	5575
P02	SLU-20	5580
P02	SLU-21	5002
P02	SLU-22	5007
P02	SLU-23	5357
P02	SLU-24	5362
P02	SLU-25	5102
P02	SLU-26	5107
P02	SLU-27	5693
P02	SLU-28	5698
P02	SLU-29	4884
P02	SLU-30	4889
P02	SLU-31	5476
P02	SLU-32	5480
P02	SLU-33	5222
P02	SLU-34	5231
P02	SLU-35	5577
P02	SLU-36	5585
P02	SLU-37	5004
P02	SLU-38	5013
P02	SLU-39	5359
P02	SLU-40	5368
P02	SLV-1	4050
P02	SLV-2	4053
P02	SLV-3	3673
P02	SLV-4	3676
P02	SLV-5	3710
P02	SLV-6	3714
P02	SLR-1	3871

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 140 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

Joint	LoadCase	F3
Text	Text	KN
P02	SLR-2	3875
P02	SLR-3	4108
P02	SLR-4	4112
P02	SLR-5	3333
P02	SLR-6	3337
P02	SLR-7	3569
P02	SLR-8	3574
P02	SLF-1	3950
P02	SLF-2	3954
P02	SLF-3	4029
P02	SLF-4	4033
P02	SLF-5	3412
P02	SLF-6	3416
P02	SLF-7	3491
P02	SLF-8	3495
P02	SLQP-1	3639
P02	SLQP-2	3643
P03	SLU-1	5823
P03	SLU-2	5834
P03	SLU-3	5463
P03	SLU-4	5474
P03	SLU-5	5665
P03	SLU-6	5677
P03	SLU-7	5305
P03	SLU-8	5316
P03	SLU-9	5758
P03	SLU-10	5769
P03	SLU-11	5398
P03	SLU-12	5409
P03	SLU-13	5640
P03	SLU-14	5651
P03	SLU-15	5280
P03	SLU-16	5291
P03	SLU-17	5654
P03	SLU-18	5665
P03	SLU-19	5293
P03	SLU-20	5304
P03	SLU-21	5535
P03	SLU-22	5547
P03	SLU-23	5175
P03	SLU-24	5186
P03	SLU-25	5774
P03	SLU-26	5785
P03	SLU-27	5173
P03	SLU-28	5184
P03	SLU-29	5656
P03	SLU-30	5667
P03	SLU-31	5055

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 141 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

Joint	LoadCase	F3
Text	Text	KN
P03	SLU-32	5066
P03	SLU-33	5661
P03	SLU-34	5680
P03	SLU-35	5301
P03	SLU-36	5319
P03	SLU-37	5543
P03	SLU-38	5561
P03	SLU-39	5182
P03	SLU-40	5201
P03	SLV-1	4156
P03	SLV-2	4163
P03	SLV-3	3922
P03	SLV-4	3930
P03	SLV-5	3813
P03	SLV-6	3821
P03	SLR-1	4167
P03	SLR-2	4176
P03	SLR-3	3927
P03	SLR-4	3936
P03	SLR-5	3502
P03	SLR-6	3511
P03	SLR-7	3261
P03	SLR-8	3271
P03	SLF-1	4087
P03	SLF-2	4096
P03	SLF-3	4007
P03	SLF-4	4016
P03	SLF-5	3422
P03	SLF-6	3431
P03	SLF-7	3342
P03	SLF-8	3351
P03	SLQP-1	3669
P03	SLQP-2	3677
P04	SLU-1	6268
P04	SLU-2	6286
P04	SLU-3	5193
P04	SLU-4	5210
P04	SLU-5	6244
P04	SLU-6	6261
P04	SLU-7	5168
P04	SLU-8	5185
P04	SLU-9	6194
P04	SLU-10	6211
P04	SLU-11	5118
P04	SLU-12	5136
P04	SLU-13	6176
P04	SLU-14	6193
P04	SLU-15	5100

Joint	LoadCase	F3
Text	Text	KN
P04	SLU-16	5117
P04	SLU-17	6087
P04	SLU-18	6104
P04	SLU-19	5011
P04	SLU-20	5028
P04	SLU-21	6069
P04	SLU-22	6086
P04	SLU-23	4993
P04	SLU-24	5010
P04	SLU-25	6446
P04	SLU-26	6463
P04	SLU-27	4653
P04	SLU-28	4670
P04	SLU-29	6427
P04	SLU-30	6444
P04	SLU-31	4634
P04	SLU-32	4651
P04	SLU-33	6100
P04	SLU-34	6129
P04	SLU-35	5024
P04	SLU-36	5053
P04	SLU-37	6082
P04	SLU-38	6110
P04	SLU-39	5006
P04	SLU-40	5034
P04	SLV-1	4262
P04	SLV-2	4273
P04	SLV-3	4171
P04	SLV-4	4183
P04	SLV-5	3915
P04	SLV-6	3927
P04	SLR-1	4463
P04	SLR-2	4477
P04	SLR-3	3746
P04	SLR-4	3760
P04	SLR-5	3671
P04	SLR-6	3685
P04	SLR-7	2953
P04	SLR-8	2968
P04	SLF-1	4224
P04	SLF-2	4238
P04	SLF-3	3985
P04	SLF-4	3999
P04	SLF-5	3432
P04	SLF-6	3446
P04	SLF-7	3193
P04	SLF-8	3207
P04	SLQP-1	3699

Joint	LoadCase	F3
Text	Text	KN
P04	SLQP-2	3711
P05	SLU-1	4782
P05	SLU-2	4768
P05	SLU-3	5857
P05	SLU-4	5843
P05	SLU-5	4358
P05	SLU-6	4345
P05	SLU-7	5433
P05	SLU-8	5419
P05	SLU-9	4633
P05	SLU-10	4620
P05	SLU-11	5708
P05	SLU-12	5694
P05	SLU-13	4315
P05	SLU-14	4302
P05	SLU-15	5390
P05	SLU-16	5376
P05	SLU-17	4637
P05	SLU-18	4623
P05	SLU-19	5711
P05	SLU-20	5697
P05	SLU-21	4319
P05	SLU-22	4305
P05	SLU-23	5393
P05	SLU-24	5379
P05	SLU-25	4279
P05	SLU-26	4265
P05	SLU-27	6069
P05	SLU-28	6056
P05	SLU-29	3961
P05	SLU-30	3947
P05	SLU-31	5751
P05	SLU-32	5738
P05	SLU-33	4631
P05	SLU-34	4608
P05	SLU-35	5705
P05	SLU-36	5682
P05	SLU-37	4313
P05	SLU-38	4290
P05	SLU-39	5387
P05	SLU-40	5364
P05	SLV-1	3387
P05	SLV-2	3377
P05	SLV-3	3171
P05	SLV-4	3161
P05	SLV-5	3371
P05	SLV-6	3361
P05	SLR-1	3474

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 144 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

Joint	LoadCase	F3
Text	Text	KN
P05	SLR-2	3462
P05	SLR-3	4190
P05	SLR-4	4178
P05	SLR-5	3063
P05	SLR-6	3052
P05	SLR-7	3779
P05	SLR-8	3768
P05	SLF-1	3712
P05	SLF-2	3701
P05	SLF-3	3951
P05	SLF-4	3940
P05	SLF-5	3302
P05	SLF-6	3290
P05	SLF-7	3541
P05	SLF-8	3529
P05	SLQP-1	3510
P05	SLQP-2	3500
P06	SLU-1	5228
P06	SLU-2	5220
P06	SLU-3	5587
P06	SLU-4	5579
P06	SLU-5	4937
P06	SLU-6	4929
P06	SLU-7	5296
P06	SLU-8	5288
P06	SLU-9	5069
P06	SLU-10	5061
P06	SLU-11	5428
P06	SLU-12	5420
P06	SLU-13	4851
P06	SLU-14	4843
P06	SLU-15	5210
P06	SLU-16	5202
P06	SLU-17	5070
P06	SLU-18	5063
P06	SLU-19	5429
P06	SLU-20	5422
P06	SLU-21	4852
P06	SLU-22	4844
P06	SLU-23	5211
P06	SLU-24	5203
P06	SLU-25	4951
P06	SLU-26	4943
P06	SLU-27	5549
P06	SLU-28	5541
P06	SLU-29	4732
P06	SLU-30	4725
P06	SLU-31	5331

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 145 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

Joint	LoadCase	F3
Text	Text	KN
P06	SLU-32	5323
P06	SLU-33	5070
P06	SLU-34	5057
P06	SLU-35	5429
P06	SLU-36	5416
P06	SLU-37	4851
P06	SLU-38	4838
P06	SLU-39	5210
P06	SLU-40	5197
P06	SLV-1	3493
P06	SLV-2	3487
P06	SLV-3	3420
P06	SLV-4	3415
P06	SLV-5	3474
P06	SLV-6	3468
P06	SLR-1	3770
P06	SLR-2	3763
P06	SLR-3	4009
P06	SLR-4	4003
P06	SLR-5	3232
P06	SLR-6	3225
P06	SLR-7	3471
P06	SLR-8	3465
P06	SLF-1	3850
P06	SLF-2	3843
P06	SLF-3	3929
P06	SLF-4	3923
P06	SLF-5	3312
P06	SLF-6	3305
P06	SLF-7	3392
P06	SLF-8	3385
P06	SLQP-1	3540
P06	SLQP-2	3534
P07	SLU-1	5673
P07	SLU-2	5671
P07	SLU-3	5317
P07	SLU-4	5315
P07	SLU-5	5515
P07	SLU-6	5513
P07	SLU-7	5159
P07	SLU-8	5157
P07	SLU-9	5505
P07	SLU-10	5503
P07	SLU-11	5149
P07	SLU-12	5147
P07	SLU-13	5386
P07	SLU-14	5385
P07	SLU-15	5030

Joint	LoadCase	F3
Text	Text	KN
P07	SLU-16	5028
P07	SLU-17	5504
P07	SLU-18	5502
P07	SLU-19	5147
P07	SLU-20	5146
P07	SLU-21	5385
P07	SLU-22	5384
P07	SLU-23	5029
P07	SLU-24	5027
P07	SLU-25	5623
P07	SLU-26	5621
P07	SLU-27	5029
P07	SLU-28	5027
P07	SLU-29	5504
P07	SLU-30	5502
P07	SLU-31	4910
P07	SLU-32	4908
P07	SLU-33	5508
P07	SLU-34	5506
P07	SLU-35	5152
P07	SLU-36	5149
P07	SLU-37	5390
P07	SLU-38	5387
P07	SLU-39	5034
P07	SLU-40	5031
P07	SLV-1	3599
P07	SLV-2	3598
P07	SLV-3	3670
P07	SLV-4	3669
P07	SLV-5	3576
P07	SLV-6	3575
P07	SLR-1	4066
P07	SLR-2	4064
P07	SLR-3	3828
P07	SLR-4	3827
P07	SLR-5	3401
P07	SLR-6	3399
P07	SLR-7	3163
P07	SLR-8	3162
P07	SLF-1	3987
P07	SLF-2	3985
P07	SLF-3	3907
P07	SLF-4	3906
P07	SLF-5	3322
P07	SLF-6	3320
P07	SLF-7	3243
P07	SLF-8	3241
P07	SLQP-1	3570

Joint	LoadCase	F3
Text	Text	KN
P07	SLQP-2	3568
P08	SLU-1	6119
P08	SLU-2	6123
P08	SLU-3	5047
P08	SLU-4	5051
P08	SLU-5	6093
P08	SLU-6	6098
P08	SLU-7	5022
P08	SLU-8	5026
P08	SLU-9	5941
P08	SLU-10	5945
P08	SLU-11	4869
P08	SLU-12	4873
P08	SLU-13	5922
P08	SLU-14	5926
P08	SLU-15	4850
P08	SLU-16	4855
P08	SLU-17	5937
P08	SLU-18	5942
P08	SLU-19	4866
P08	SLU-20	4870
P08	SLU-21	5918
P08	SLU-22	5923
P08	SLU-23	4847
P08	SLU-24	4851
P08	SLU-25	6294
P08	SLU-26	6299
P08	SLU-27	4508
P08	SLU-28	4513
P08	SLU-29	6276
P08	SLU-30	6280
P08	SLU-31	4489
P08	SLU-32	4494
P08	SLU-33	5947
P08	SLU-34	5955
P08	SLU-35	4876
P08	SLU-36	4883
P08	SLU-37	5929
P08	SLU-38	5936
P08	SLU-39	4857
P08	SLU-40	4864
P08	SLV-1	3705
P08	SLV-2	3708
P08	SLV-3	3919
P08	SLV-4	3922
P08	SLV-5	3679
P08	SLV-6	3682
P08	SLR-1	4362

Joint	LoadCase	F3
Text	Text	KN
P08	SLR-2	4365
P08	SLR-3	3647
P08	SLR-4	3651
P08	SLR-5	3570
P08	SLR-6	3573
P08	SLR-7	2855
P08	SLR-8	2859
P08	SLF-1	4124
P08	SLF-2	4127
P08	SLF-3	3886
P08	SLF-4	3889
P08	SLF-5	3332
P08	SLF-6	3335
P08	SLF-7	3093
P08	SLF-8	3097
P08	SLQP-1	3599
P08	SLQP-2	3603
P09	SLU-1	4632
P09	SLU-2	4606
P09	SLU-3	5711
P09	SLU-4	5684
P09	SLU-5	4208
P09	SLU-6	4181
P09	SLU-7	5287
P09	SLU-8	5260
P09	SLU-9	4380
P09	SLU-10	4353
P09	SLU-11	5458
P09	SLU-12	5432
P09	SLU-13	4062
P09	SLU-14	4035
P09	SLU-15	5140
P09	SLU-16	5114
P09	SLU-17	4487
P09	SLU-18	4460
P09	SLU-19	5566
P09	SLU-20	5539
P09	SLU-21	4169
P09	SLU-22	4142
P09	SLU-23	5247
P09	SLU-24	5221
P09	SLU-25	4128
P09	SLU-26	4101
P09	SLU-27	5925
P09	SLU-28	5898
P09	SLU-29	3809
P09	SLU-30	3783
P09	SLU-31	5607

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 149 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

Joint	LoadCase	F3
Text	Text	KN
P09	SLU-32	5580
P09	SLU-33	4478
P09	SLU-34	4434
P09	SLU-35	5556
P09	SLU-36	5512
P09	SLU-37	4160
P09	SLU-38	4115
P09	SLU-39	5238
P09	SLU-40	5194
P09	SLV-1	2830
P09	SLV-2	2811
P09	SLV-3	2919
P09	SLV-4	2900
P09	SLV-5	3134
P09	SLV-6	3116
P09	SLR-1	3372
P09	SLR-2	3350
P09	SLR-3	4091
P09	SLR-4	4069
P09	SLR-5	2962
P09	SLR-6	2940
P09	SLR-7	3681
P09	SLR-8	3659
P09	SLF-1	3612
P09	SLF-2	3590
P09	SLF-3	3852
P09	SLF-4	3830
P09	SLF-5	3202
P09	SLF-6	3180
P09	SLF-7	3442
P09	SLF-8	3419
P09	SLQP-1	3411
P09	SLQP-2	3392
P10	SLU-1	5078
P10	SLU-2	5057
P10	SLU-3	5441
P10	SLU-4	5420
P10	SLU-5	4786
P10	SLU-6	4766
P10	SLU-7	5150
P10	SLU-8	5129
P10	SLU-9	4816
P10	SLU-10	4795
P10	SLU-11	5179
P10	SLU-12	5158
P10	SLU-13	4597
P10	SLU-14	4577
P10	SLU-15	4960

Joint	LoadCase	F3
Text	Text	KN
P10	SLU-16	4940
P10	SLU-17	4920
P10	SLU-18	4900
P10	SLU-19	5284
P10	SLU-20	5263
P10	SLU-21	4702
P10	SLU-22	4681
P10	SLU-23	5065
P10	SLU-24	5044
P10	SLU-25	4799
P10	SLU-26	4779
P10	SLU-27	5405
P10	SLU-28	5384
P10	SLU-29	4581
P10	SLU-30	4560
P10	SLU-31	5186
P10	SLU-32	5166
P10	SLU-33	4917
P10	SLU-34	4883
P10	SLU-35	5280
P10	SLU-36	5246
P10	SLU-37	4698
P10	SLU-38	4664
P10	SLU-39	5061
P10	SLU-40	5027
P10	SLV-1	2936
P10	SLV-2	2922
P10	SLV-3	3168
P10	SLV-4	3154
P10	SLV-5	3237
P10	SLV-6	3223
P10	SLR-1	3668
P10	SLR-2	3651
P10	SLR-3	3911
P10	SLR-4	3893
P10	SLR-5	3131
P10	SLR-6	3114
P10	SLR-7	3373
P10	SLR-8	3356
P10	SLF-1	3749
P10	SLF-2	3732
P10	SLF-3	3830
P10	SLF-4	3813
P10	SLF-5	3212
P10	SLF-6	3195
P10	SLF-7	3292
P10	SLF-8	3275
P10	SLQP-1	3441

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 151 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

Joint	LoadCase	F3
Text	Text	KN
P10	SLQP-2	3426
P11	SLU-1	5523
P11	SLU-2	5509
P11	SLU-3	5171
P11	SLU-4	5157
P11	SLU-5	5365
P11	SLU-6	5350
P11	SLU-7	5012
P11	SLU-8	4998
P11	SLU-9	5252
P11	SLU-10	5237
P11	SLU-11	4899
P11	SLU-12	4885
P11	SLU-13	5133
P11	SLU-14	5118
P11	SLU-15	4780
P11	SLU-16	4766
P11	SLU-17	5354
P11	SLU-18	5339
P11	SLU-19	5002
P11	SLU-20	4987
P11	SLU-21	5235
P11	SLU-22	5220
P11	SLU-23	4883
P11	SLU-24	4868
P11	SLU-25	5471
P11	SLU-26	5457
P11	SLU-27	4884
P11	SLU-28	4870
P11	SLU-29	5352
P11	SLU-30	5338
P11	SLU-31	4765
P11	SLU-32	4751
P11	SLU-33	5356
P11	SLU-34	5332
P11	SLU-35	5004
P11	SLU-36	4979
P11	SLU-37	5237
P11	SLU-38	5213
P11	SLU-39	4885
P11	SLU-40	4861
P11	SLV-1	3042
P11	SLV-2	3032
P11	SLV-3	3418
P11	SLV-4	3408
P11	SLV-5	3340
P11	SLV-6	3329
P11	SLR-1	3964

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 152 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

Joint	LoadCase	F3
Text	Text	KN
P11	SLR-2	3952
P11	SLR-3	3730
P11	SLR-4	3718
P11	SLR-5	3300
P11	SLR-6	3288
P11	SLR-7	3065
P11	SLR-8	3053
P11	SLF-1	3886
P11	SLF-2	3874
P11	SLF-3	3808
P11	SLF-4	3796
P11	SLF-5	3222
P11	SLF-6	3210
P11	SLF-7	3143
P11	SLF-8	3131
P11	SLQP-1	3470
P11	SLQP-2	3460
P12	SLU-1	5969
P12	SLU-2	5960
P12	SLU-3	4901
P12	SLU-4	4893
P12	SLU-5	5943
P12	SLU-6	5935
P12	SLU-7	4875
P12	SLU-8	4867
P12	SLU-9	5687
P12	SLU-10	5679
P12	SLU-11	4620
P12	SLU-12	4611
P12	SLU-13	5668
P12	SLU-14	5660
P12	SLU-15	4601
P12	SLU-16	4592
P12	SLU-17	5787
P12	SLU-18	5779
P12	SLU-19	4720
P12	SLU-20	4711
P12	SLU-21	5768
P12	SLU-22	5760
P12	SLU-23	4701
P12	SLU-24	4692
P12	SLU-25	6143
P12	SLU-26	6135
P12	SLU-27	4364
P12	SLU-28	4356
P12	SLU-29	6124
P12	SLU-30	6116
P12	SLU-31	4345

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 153 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

Joint	LoadCase	F3
Text	Text	KN
P12	SLU-32	4336
P12	SLU-33	5795
P12	SLU-34	5781
P12	SLU-35	4727
P12	SLU-36	4713
P12	SLU-37	5775
P12	SLU-38	5761
P12	SLU-39	4708
P12	SLU-40	4694
P12	SLV-1	3148
P12	SLV-2	3142
P12	SLV-3	3667
P12	SLV-4	3661
P12	SLV-5	3442
P12	SLV-6	3436
P12	SLR-1	4261
P12	SLR-2	4254
P12	SLR-3	3549
P12	SLR-4	3542
P12	SLR-5	3469
P12	SLR-6	3462
P12	SLR-7	2757
P12	SLR-8	2750
P12	SLF-1	4023
P12	SLF-2	4016
P12	SLF-3	3786
P12	SLF-4	3779
P12	SLF-5	3232
P12	SLF-6	3225
P12	SLF-7	2994
P12	SLF-8	2987
P12	SLQP-1	3500
P12	SLQP-2	3494

Oltre che dalle azioni trasmesse dai pali il plinto risulta sollecitato dal peso proprio e dal peso del terreno di ricoprimento.

Il peso proprio è stato valutato in maniera automatica dal codice di calcolo una volta definito lo spessore del plinto, pari a 2,50 m, ed il peso specifico del calcestruzzo, assunto pari a 25,0 kN/m³.

Il peso del terreno di ricoprimento, coerentemente con quanto riportato nell'analisi della palificata, è stato determinato assumendo uno spessore del terreno stesso di 1,0 m. Quest'ultima azione è stata implementata nel modello di calcolo come un carico di superficie uniformemente distribuito sull'estradosso del plinto, ma al di fuori della superficie di ingombro della sezione di base della pila, di valore pari a:

$$g_2 = 18.0 \times 1.0 = 18.0 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{peso terreno}).$$

Nelle combinazioni di carico allo stato limite ultimo sia il peso proprio del plinto, sia il peso del terreno di ricoprimento, sono stati combinati con le azioni esercitate dai pali impiegando un coefficiente parziale pari a 1,35; nelle combinazioni di carico allo stato limite di salvaguardia della vita ed allo stato limite di esercizio il coefficiente parziale è stato invece assunto di valore pari a 1.

9.3.2 Sollecitazioni

Si riportano di seguito le schermate delle sollecitazioni risultanti (M_{11max} , M_{22max} , V_{13max} , V_{23max} ,) per l'involuppo delle combinazioni relative allo stato limite ultimo ed allo stato limite di salvaguardia della vita, necessarie per il dimensionamento dell'armatura a flessione e di quella a taglio.

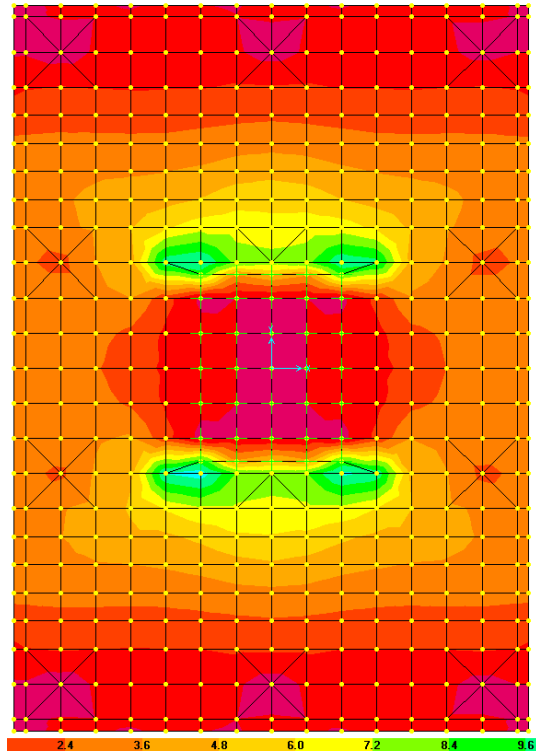


Figura 25: Momento longitudinale $M_{22}=M_y$

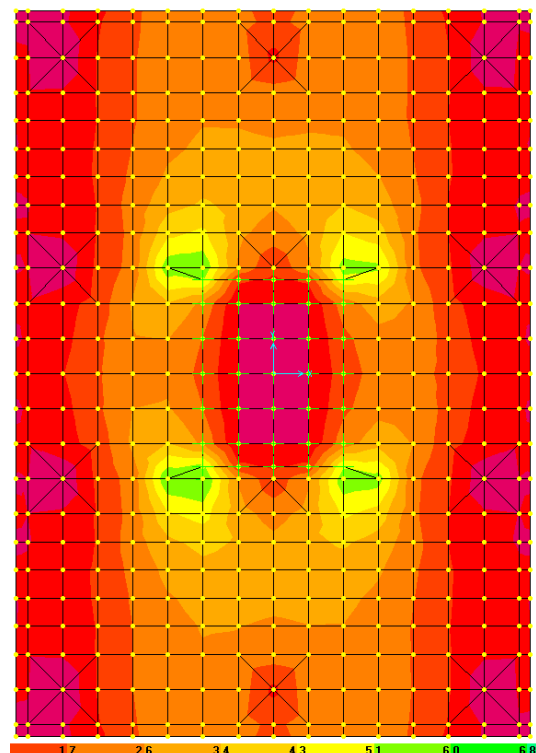


Figura 26: Momento trasversale $M_{11}=M_x$

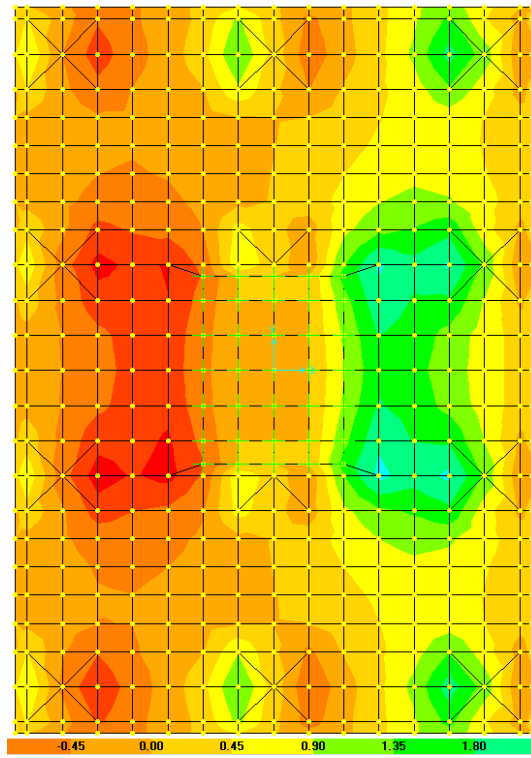


Figura 27: Taglio longitudinale V13=Fx

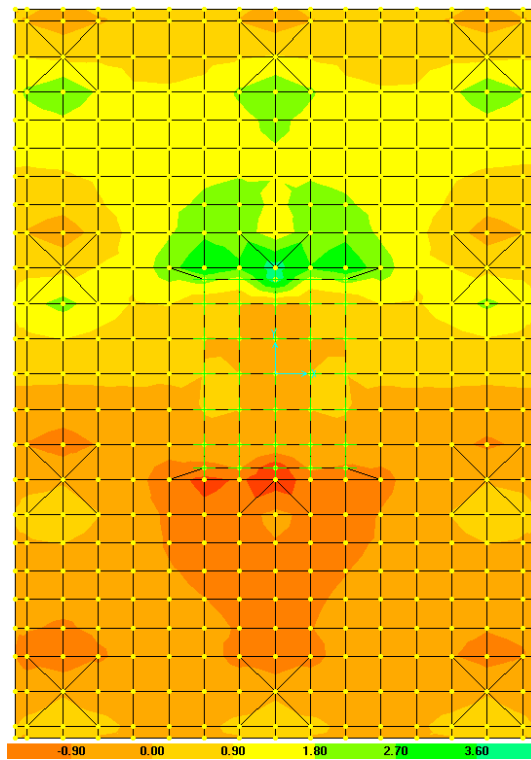


Figura 28: Taglio trasversale V23=Fx

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 156 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

9.3.3 Verifica della sezione del plinto

9.3.3.1 S.L.U. – Resistenza: presso-flessione

Sulla base delle sollecitazioni ottenute allo S.L.U. è stata disposta l'armatura a flessione. Il momento ultimo viene determinato con il programma V.C.A.S.L.U.. Si riporta di seguito la tabella riassuntiva dell'armatura longitudinale disposta nelle due direzioni e dei momenti resistenti associati:

				$A_{res,1}$			$A_{res,TOT}$	M_{Sd}^{sup}	M_{Rd}^{sup}	FS				
				[cm ²]			[cm ²]	[cm ²]	[cm ²]					
Momento trasversale M22=My														
Arm-inf	10	Φ	26	53.1	+	10	Φ	24	98.3	9000	9057	1.01	OK	momento trasversale My+=M22
Arm-sup	5	Φ	20	15.7	+	0	Φ	0	15.7	80	1489	18.61	OK	momento trasversale My-=M22-
Momento longitudinale M11=Mx														
				$A_{res,1}$			$A_{res,TOT}$	M_{Sd}^{sup}	M_{Rd}^{sup}	FS				
				[cm ²]			[cm ²]	[cm ²]	[cm ²]					
Arm-inf	10	Φ	26	53.1	+	10	Φ	24	98.3	6000	9057	1.51	OK	momento longitudinale Mx+=M11+
Arm-sup	5	Φ	20	15.7	+	0	Φ	0	15.7	100	1489	14.89	OK	momento longitudinale Mx-=M11-

9.3.3.2 S.L.U. – Resistenza: taglio

Si è ritenuto opportuno disporre due cavallotti al metro quadro come armatura resistente a taglio. Considerando una striscia di un metro, la verifica a taglio risulta soddisfatta se:

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

in cui:

$$V_{Ed} : \quad \text{taglio di calcolo}$$

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

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

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

dove:

d : altezza utile della sezione

b_w : base equivalente della sezione

A_{sw} : area dell'armatura trasversale

s : interasse tra due armature trasversali consecutive

α_c : coefficiente maggiorativo per lo sforzo assiale

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

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 157 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

		plinto P03	plinto P03		
Sollecitazioni		V13max	V23max		
V	=	2400	3100	kN	taglio
N	=	0	0	kN	sforzo normale (>0 compressione)
Geometria					
B	=	1000	1000	mm	larghezza sezione
H	=	2500	2500	mm	altezza sezione
c	=	50	50	mm	copriferro
d	=	2450	2450	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}	=	11403.0	11403.0	mm ²	armatura longitudinale
ρ _l	=	0.00456	0.00456		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 (<=0.2fcd)
V _{Rd}	=	894.5	894.5	kN	taglio resistente
FS	=	0.4	0.3		
check	=	NO	NO		
Verifica per elementi provvisti di armatura a taglio					
Ø _w	=	24	24	mm	diametro armatura resistente a taglio
a	=	90.0	90.0	°	inclinazione armatura
s	=	500	500	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
ctgΘ (V)	=	18.9	14.6		
ctgΘ	=	2.5	2.5		
Θ	=	22	22	°	inclinazione bielle di calcestruzzo
V _{Rsd}	=	3903.33	3903.33	kN	taglio resistente armatura
a _c	=	1.00	1.00		coefficiente maggiorativo
f _{cd}	=	8.23	8.23	MPa	resistenza ridotta
V _{Rcd}	=	12963.6	12963.6	kN	taglio resistente calcestruzzo
V _{Rd}	=	3903.3	3903.3	kN	taglio resistente sezione
FS	=	1.6	1.3		
check	=	OK	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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 158 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

9.3.3.3 S.L.E. – Fessurazione

Le verifiche di fessurazione vengono condotte in relazione alle indicazioni riportate negli Eurocodici (in particolare si veda EN 1992-1-1 cap. 7.3) e riprese sia dalle NTC (cap. 4.1.2.2.4) che dalla Circolare n.617. È richiesto in particolare, laddove il momento agente superi quello di fessurazione, di verificare che la tensione nelle barre di armatura rientri in determinati limiti (dipendenti dal diametro e dalla spaziatura dei ferri) o in alternativa di controllare che l'ampiezza della fessura che si apre non superi un determinato valore (funzione dello stato limite, delle condizioni ambientali e del tipo di armatura).

Si riportano di seguito le tabelle per le combinazioni considerate (frequente e quasi permanente), ricordando che si opera con armature poco sensibili ed in condizioni ambientali aggressive (classe di esposizione XA1).

Condizioni ambientali: **aggressive**

Armature: **poco sensibili**

Momento trasversale M22=My

Comb	inf	sup
SLE-F	6500	100
SLE-QP	6100	120

Momento longitudinale M11=Mx

Comb	inf	sup
SLE-F	3800	90
SLE-QP	3300	120

	comb.		comb.			
	FREQUENTE		FREQUENTE			
	Momento longitudinale M11=Mx		Momento trasversale M22=My			
MATERIALI	inf	sup	inf	sup		
Calcestruzzo						
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}	=	1.98	1.98	1.98	1.98	MPa resistenza caratteristica a trazione semplice
f _{ctm}	=	3.40	3.40	3.40	3.40	MPa resistenza media a trazione per flessione
γ _c	=	1.50	1.50	1.50	1.50	coefficiente parziale di sicurezza
α _{cc}	=	0.85	0.85	0.85	0.85	coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
f _{cd}	=	16.46	16.46	16.46	16.46	MPa resistenza di calcolo a compressione
f _{ctd}	=	1.32	1.32	1.32	1.32	MPa resistenza di calcolo a trazione
E _c	=	32588	32588	32588	32588	MPa modulo di Young
Acciaio						
E _s	=	206000	206000	206000	206000	MPa modulo di Young acciaio
γ _s	=	1.15	1.15	1.15	1.15	coefficiente parziale acciaio
f _{yk}	=	450.0	450.0	450.0	450.0	MPa tensione caratteristica di snervamento acciaio
f _{yd}	=	391.3	391.3	391.3	391.3	MPa tensione di snervamento di calcolo dell'acciaio
n	=	15	15	15	15	coefficiente di omogeneizzazione

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 159 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

GEOMETRIA SEZIONE

B	=	1000	1000	1000	1000	mm	larghezza
H	=	2500	2500	2500	2500	mm	altezza
c'	=	40	40	40	40	mm	copriferro

ARMATURA

numero barre

n1 (superiore)	=	5	10	5	10		numero barre strato 1
n2	=		10		10		numero barre strato 2
n3	=						numero barre strato 3
n4	=						numero barre strato 4
n5	=						numero barre strato 5
n6	=						numero barre strato 6
n7	=	10		10			numero barre strato 7
n8 (inferiore)	=	10	5	10	5		numero barre strato 8

diametro barre

Ø1	=	20	26	20	26	mm	diametro barre strato 1
Ø2	=		24		24	mm	diametro barra strato 2
Ø3	=					mm	diametro barra strato 3
Ø4	=					mm	diametro barra strato 4
Ø5	=					mm	diametro barra strato 5
Ø6	=					mm	diametro barra strato 6
Ø7	=	24		24		mm	diametro barra strato 7
Ø8	=	26	20	26	20	mm	diametro barra strato 8

ordinate barre

y1	=	2460	2460	2460	2460	mm	ordinata barre strato 1
y2	=		2430		2430	mm	ordinata barre strato 2
y3	=					mm	ordinata barre strato 3
y4	=					mm	ordinata barre strato 4
y5	=					mm	ordinata barre strato 5
y6	=					mm	ordinata barre strato 6
y7	=	70		70		mm	ordinata barre strato 7
y8	=	40	40	40	40	mm	ordinata barre strato 8

area barre

A _{s1}	=	1571	5309	1571	5309	mm ²	area barre strato 1
A _{s2}	=	0	4524	0	4524	mm ²	area barre strato 2
A _{s3}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 3
A _{s4}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 4
A _{s5}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 5
A _{s6}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 6
A _{s7}	=	4524	0	4524	0	mm ²	area barre strato 7
A _{s8}	=	5309	1571	5309	1571	mm ²	area barre strato 8

SOLLECITAZIONI

		M11+	M11-	M22+	M22-		da sap
M	=	3800	90	6500	100	kNm	momento flettente (sempre >0 tende le fibre inferiori)
N	=	0	0	0	0	kN	sforzo normale (>0 compressione)

VERIFICA TENSIONI NEI MATERIALI

cs	=	1	1	1	1		
cs	=	flessione semplice	flessione semplice	flessione semplice	flessione semplice		
an	=	696.6	230.3	696.6	230.3	mm	asse neutro (distanza da lembo compresso)
Y _n	=	1803	2270	1803	2270	mm	ordinata asse neutro

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 160 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

A	=	867620	401320	867620	401320	mm ²	area sezione reagente
J	=	574370969230	125838991812	574370969230	125838991812	mm ⁴	momento d'inertia sezione reagente
S	=	0	0	0	0	mm ³	momento statico sezione reagente
σ_c	=	-4.61	-0.16	-7.88	-0.18	MPa	tensione calcestruzzo
σ_s	=	175.00	23.92	299.35	26.58	MPa	tensione massima acciaio

VERIFICA A FESSURAZIONE

sezione tesa

M_{fess}	=	3044.5	2786.2	3044.5	2786.2	kNm	momento di fessurazione
$FS=M_{fess}/M_{sd}$	=	0.8	31.0	0.5	27.9		check ok se >1
α_e	=	6.321	----	6.321	----	MPa	rapporto tra i moduli elastici
d	=	2446	----	2446	----	mm	altezza utile della sezione
$h_{c,eff}$	=	135	----	135	----	mm	altezza area efficace calcestruzzo teso
$A_{c,eff}$	=	134505	----	134505	----	mm ²	area efficace calcestruzzo teso
A_s	=	9833	----	9833	----	mm ²	area di armatura tesa
ρ_{eff}	=	0.0731	----	0.0731	----		
k_t	=	0.4	----	0.4	----		(=0.6 per carichi di breve durata; =0.4 per carichi di lunga durata)
ϵ_{sm}	=	0.00074	----	0.00134	----		deformazione unitaria media delle barre
\emptyset	=	25	----	25	----		diametro equivalente delle barre tese
k_1	=	0.8	----	0.8	----		(=0.8 per barre ad aderenza migliorata; =1.6 per barre lisce)
ϵ_1	=	0.000366	----	0.000626	----		deformazione massima di trazione
ϵ_2	=	0.0	----	0.0	----		deformazione minima di trazione
k_2	=	0.5	----	0.5	----		fattore di forma diagramma delle deformazioni
k_3	=	3.4	----	3.4	----		(posto dalle NTC pari a 3.4)
k_4	=	0.425	----	0.425	----		(posto dalle NTC pari a 0.425)
c	=	27	----	27	----	mm	ricoprimento armatura
s	=	100	----	100	----	mm	distanza tra le barre
$\Delta_{s,max}$	=	150.0	----	150.0	----	mm	distanza massima tra le fessure
w_d	=	0.111	----	0.201	----	mm	apertura di calcolo delle fessure
w_{max}	=	0.30	----	0.30	----	mm	valore limite ampiezza fessure
FS	=	2.70	----	1.49	----		check ok se >1

		comb.	comb.	comb.	comb.		
		QUASI PERM.	QUASI PERM.	QUASI PERM.	QUASI PERM.		
		Momento longitudinale M11=MX		Momento trasversale M22=My			
MATERIALI		inf	sup	inf	sup		
Calcestruzzo							
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}	=	1.98	1.98	1.98	1.98	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice
f_{ctm}	=	3.40	3.40	3.40	3.40	MPa	resistenza media a trazione per flessione
γ_c	=	1.50	1.50	1.50	1.50		coefficiente parziale di sicurezza
α_{cc}	=	0.85	0.85	0.85	0.85		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: Viadotto Busita II	
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx	
	Pagina 161 di 167	
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc	

f_{cd}	=	16.46	16.46	16.46	16.46	MPa	resistenza di calcolo a compressione
f_{ctd}	=	1.32	1.32	1.32	1.32	MPa	resistenza di calcolo a trazione
E_c	=	32588	32588	32588	32588	MPa	modulo di Young
Acciaio							
E_s	=	206000	206000	206000	206000	MPa	modulo di Young acciaio
γ_s	=	1.15	1.15	1.15	1.15		coefficiente parziale acciaio
f_{yk}	=	450.0	450.0	450.0	450.0	MPa	tensione caratteristica di snervamento acciaio
f_{yd}	=	391.3	391.3	391.3	391.3	MPa	tensione di snervamento di calcolo dell'acciaio
n	=	15	15	15	15		coefficiente di omogeneizzazione

GEOMETRIA SEZIONE

B	=	1000	1000	1000	1000	mm	larghezza
H	=	2500	2500	2500	2500	mm	altezza
c'	=	40	40	40	40	mm	copriferro

ARMATURA

numero barre

n_1 (superiore)	=	5	10	5	10		numero barre strato 1
n_2	=		10		10		numero barre strato 2
n_3	=						numero barre strato 3
n_4	=						numero barre strato 4
n_5	=						numero barre strato 5
n_6	=						numero barre strato 6
n_7	=	10		10			numero barre strato 7
n_8 (inferiore)	=	10	5	10	5		numero barre strato 8

diametro barre

\varnothing_1	=	20	26	20	26	mm	diametro barre strato 1
\varnothing_2	=		24		24	mm	diametro barra strato 2
\varnothing_3	=					mm	diametro barra strato 3
\varnothing_4	=					mm	diametro barra strato 4
\varnothing_5	=					mm	diametro barra strato 5
\varnothing_6	=					mm	diametro barra strato 6
\varnothing_7	=	24		24		mm	diametro barra strato 7
\varnothing_8	=	26	20	26	20	mm	diametro barra strato 8

ordinate barre

y_1	=	2460	2460	2460	2460	mm	ordinata barre strato 1
y_2	=		2430		2430	mm	ordinata barre strato 2
y_3	=					mm	ordinata barre strato 3
y_4	=					mm	ordinata barre strato 4
y_5	=					mm	ordinata barre strato 5
y_6	=					mm	ordinata barre strato 6
y_7	=	70		70		mm	ordinata barre strato 7
y_8	=	40	40	40	40	mm	ordinata barre strato 8

area barre

A_{s1}	=	1571	5309	1571	5309	mm ²	area barre strato 1
A_{s2}	=	0	4524	0	4524	mm ²	area barre strato 2
A_{s3}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 3
A_{s4}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 4
A_{s5}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 5
A_{s6}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 6

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 162 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

A _{s7}	=	4524	0	4524	0	mm ²	area barre strato 7
A _{s8}	=	5309	1571	5309	1571	mm ²	area barre strato 8
SOLLECITAZIONI		M11+	M11-	M22+	M22-		da sap
M	=	3300	120	6100	120	kNm	momento flettente (sempre >0 tende le fibre inferiori)
N	=	0	0	0	0	kN	sforzo normale (>0 compressione)
VERIFICA TENSIONI NEI MATERIALI							
cs	=	1	1	1	1		
cs	=	flessione semplice	flessione semplice	flessione semplice	flessione semplice		
an	=	696.6	230.3	696.6	230.3	mm	asse neutro (distanza da lembo compresso)
Y _n	=	1803	2270	1803	2270	mm	ordinata asse neutro
A	=	867620	401320	867620	401320	mm ²	area sezione reagente
J	=	574370969230	125838991812	574370969230	125838991812	mm ⁴	momento d'inerzia sezione reagente
S	=	0	0	0	0	mm ³	momento statico sezione reagente
σ _c	=	-4.00	-0.22	-7.40	-0.22	MPa	tensione calcestruzzo
σ _s	=	151.98	31.89	280.92	31.89	MPa	tensione massima acciaio
VERIFICA A FESSURAZIONE							
sezione tesa							
M _{fess}	=	3044.5	2786.2	3044.5	2786.2	kNm	momento di fessurazione
FS=M _{fess} /M _{Sd}	=	0.9	23.2	0.5	23.2		check ok se >1
α _e	=	6.321	---	6.321	---	MPa	rapporto tra i moduli elastici
d	=	2446	---	2446	---	mm	altezza utile della sezione
h _{c,eff}	=	135	---	135	---	mm	altezza area efficace calcestruzzo teso
A _{c,eff}	=	134505	---	134505	---	mm ²	area efficace calcestruzzo teso
A _s	=	9833	---	9833	---	mm ²	area di armatura tesa
ρ _{eff}	=	0.0731	---	0.0731	---		
k _t	=	0.4	---	0.4	---		(=0.6 per carichi di breve durata; =0.4 per carichi di lunga durata)
ε _{sm}	=	0.00063	---	0.00125	---		deformazione unitaria media delle barre
Ø	=	25	---	25	---		diametro equivalente delle barre tese
k ₁	=	0.8	---	0.8	---		(=0.8 per barre ad aderenza migliorata; =1.6 per barre lisce)
ε ₁	=	0.000318	---	0.000588	---		deformazione massima di trazione
ε ₂	=	0.0	---	0.0	---		deformazione minima di trazione
k ₂	=	0.5	---	0.5	---		fattore di forma diagramma delle deformazioni
k ₃	=	3.4	---	3.4	---		(posto dalle NTC pari a 3.4)
k ₄	=	0.425	---	0.425	---		(posto dalle NTC pari a 0.425)
c	=	27	---	27	---	mm	ricoprimento armatura
s	=	100	---	100	---	mm	distanza tra le barre
Δ _{s,max}	=	150.0	---	150.0	---	mm	distanza massima tra le fessure
w _d	=	0.094	---	0.188	---	mm	apertura di calcolo delle fessure
w _{max}	=	0.20	---	0.20	---	mm	valore limite ampiezza fessure
FS	=	2.12	---	1.06	---		check ok se >1

Tutte le verifiche risultano soddisfatte, in quanto nei casi dove il momento di fessurazione è minore del momento agente l'ampiezza delle fessure rientra nei limiti normativi.

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 163 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

9.3.3.4 S.L.E. – Limitazione delle tensioni

In accordo con quanto previsto dalle NTC al punto 4.1.2.2.5, si verifica ora che le massime tensioni agenti nel calcestruzzo e nell'acciaio in fase di esercizio per la combinazione caratteristica e per quella quasi permanente siano inferiori ai massimi valori consentiti (per il calcestruzzo, compressione: $0,60 f_{ck}$ in combinazione caratteristica e $0,40 f_{ck}$ in combinazione quasi permanente; per l'acciaio: $0,8 f_{yk}$ in combinazione caratteristica).

Momento trasversale M22=My

Comb	inf	sup
SLE-R	7750	80
SLE-QP	6100	120

Momento longitudinale M11=Mx

Comb	inf	sup
SLE-R	4100	100
SLE-QP	3300	120

		comb.		comb.			
		Rara	Rara	Rara	Rara		
MATERIALE		Momento longitudinale M11=Mx		Momento trasversale M22=My			
		inf	sup	inf	sup		
Calcestruzzo							
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}	=	1.98	1.98	1.98	1.98	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice
f_{ctm}	=	3.40	3.40	3.40	3.40	MPa	resistenza media a trazione per flessione
γ_c	=	1.50	1.50	1.50	1.50		coefficiente parziale di sicurezza
α_{cc}	=	0.85	0.85	0.85	0.85		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
f_{cd}	=	16.46	16.46	16.46	16.46	MPa	resistenza di calcolo a compressione
f_{ctd}	=	1.32	1.32	1.32	1.32	MPa	resistenza di calcolo a trazione
E_c	=	32588	32588	32588	32588	MPa	modulo di Young
Acciaio							
E_s	=	206000	206000	206000	206000	MPa	modulo di Young acciaio
γ_s	=	1.15	1.15	1.15	1.15		coefficiente parziale acciaio
f_{yk}	=	450.0	450.0	450.0	450.0	MPa	tensione caratteristica di snervamento acciaio
f_{yd}	=	391.3	391.3	391.3	391.3	MPa	tensione di snervamento di calcolo dell'acciaio
n	=	15	15	15	15		coefficiente di omogeneizzazione
GEOMETRIA SEZIONE							
B	=	1000	1000	1000	1000	mm	larghezza
H	=	2500	2500	2500	2500	mm	altezza
c'	=	40	40	40	40	mm	copriferro
ARMATURA							
numero barre							

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 164 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

n1 (superiore)	=	5	10	5	10		numero barre strato 1
n2	=		10		10		numero barre strato 2
n3	=						numero barre strato 3
n4	=						numero barre strato 4
n5	=						numero barre strato 5
n6	=						numero barre strato 6
n7	=	10		10			numero barre strato 7
n8 (inferiore)	=	10	5	10	5		numero barre strato 8
diametro barre							
Ø1	=	20	26	20	26	mm	diametro barre strato 1
Ø2	=		24		24	mm	diametro barra strato 2
Ø3	=					mm	diametro barra strato 3
Ø4	=					mm	diametro barra strato 4
Ø5	=					mm	diametro barra strato 5
Ø6	=					mm	diametro barra strato 6
Ø7	=	24		24		mm	diametro barra strato 7
Ø8	=	26	20	26	20	mm	diametro barra strato 8
ordinate barre							
y1	=	2460	2460	2460	2460	mm	ordinata barre strato 1
y2	=		2430		2430	mm	ordinata barre strato 2
y3	=					mm	ordinata barre strato 3
y4	=					mm	ordinata barre strato 4
y5	=					mm	ordinata barre strato 5
y6	=					mm	ordinata barre strato 6
y7	=	70		70		mm	ordinata barre strato 7
y8	=	40	40	40	40	mm	ordinata barre strato 8
area barre							
A _{s1}	=	1571	5309	1571	5309	mm ²	area barre strato 1
A _{s2}	=	0	4524	0	4524	mm ²	area barre strato 2
A _{s3}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 3
A _{s4}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 4
A _{s5}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 5
A _{s6}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 6
A _{s7}	=	4524	0	4524	0	mm ²	area barre strato 7
A _{s8}	=	5309	1571	5309	1571	mm ²	area barre strato 8
SOLLECITAZIONI		M11+	M11-	M22+	M22-		da sap
M	=	4100	100	7750	80	kNm	momento flettente (sempre >0 tende le fibre inferiori)
N	=	0	0	0	0	kN	sforzo normale (>0 compressione)
VERIFICA TENSIONI NEI MATERIALI							
cs	=	1	1	1	1		
cs	=	flessione semplice	flessione semplice	flessione semplice	flessione semplice		
an	=	696.6	230.3	696.6	230.3	mm	asse neutro (distanza da lembo compresso)
Y _n	=	1803	2270	1803	2270	mm	ordinata asse neutro
A	=	867620	401320	867620	401320	mm ²	area sezione reagente
J	=	574370969230	125838991812	574370969230	125838991812	mm ⁴	momento d'inerzia sezione reagente
S	=	0	0	0	0	mm ³	momento statico sezione reagente
Verifica tensione massima di compressione del calcestruzzo nelle condizioni di esercizio							
σ _c	=	-4.97	-0.18	-9.40	-0.15	MPa	tensione calcestruzzo
σ _{c,max}	=	-17.43	-17.43	-17.43	-17.43	MPa	massima tensione del cls da normativa

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: Viadotto Busita II
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx
	Pagina 165 di 167
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc

FS		3.51	95.26	1.85	119.07	check ok se >1
Verifica tensione massima dell'acciaio in condizioni di esercizio						
σ_s	=	188.82	26.58	356.91	21.26	MPa tensione massima acciaio
$\sigma_{s,max}$	=	360.00	360.00	360.00	360.00	MPa massima tensione dell'acciaio normativa
FS		1.91	13.54	1.01	16.93	check ok se >1

		comb.	comb.	comb.	comb.	
		Quasi Perm.	Quasi Perm.	Quasi Perm.	Quasi Perm.	
		Momento longitudinale M11=MX		Momento trasversale M22=My		
MATERIALI		inf	sup	inf	sup	
Calcestruzzo						
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}	=	1.98	1.98	1.98	1.98	MPa resistenza caratteristica a trazione semplice
f_{ctm}	=	3.40	3.40	3.40	3.40	MPa resistenza media a trazione per flessione
γ_c	=	1.50	1.50	1.50	1.50	coefficiente parziale di sicurezza
α_{cc}	=	0.85	0.85	0.85	0.85	coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
f_{cd}	=	16.46	16.46	16.46	16.46	MPa resistenza di calcolo a compressione
f_{ctd}	=	1.32	1.32	1.32	1.32	MPa resistenza di calcolo a trazione
E_c	=	32588	32588	32588	32588	MPa modulo di Young
Acciaio						
E_s	=	206000	206000	206000	206000	MPa modulo di Young acciaio
γ_s	=	1.15	1.15	1.15	1.15	coefficiente parziale acciaio
f_{yk}	=	450.0	450.0	450.0	450.0	MPa tensione caratteristica di snervamento acciaio
f_{yd}	=	391.3	391.3	391.3	391.3	MPa tensione di snervamento di calcolo dell'acciaio
n	=	15	15	15	15	coefficiente di omogeneizzazione
GEOMETRIA SEZIONE						
B	=	1000	1000	1000	1000	mm larghezza
H	=	2500	2500	2500	2500	mm altezza
c'	=	40	40	40	40	mm copriferro
ARMATURA						
numero barre						
n1 (superiore)	=	5	10	5	10	numero barre strato 1
n2	=		10		10	numero barre strato 2
n3	=					numero barre strato 3
n4	=					numero barre strato 4
n5	=					numero barre strato 5
n6	=					numero barre strato 6
n7	=	10		10		numero barre strato 7
n8 (inferiore)	=	10	5	10	5	numero barre strato 8
diametro barre						
$\emptyset 1$	=	20	26	20	26	mm diametro barre strato 1
$\emptyset 2$	=		24		24	mm diametro barra strato 2
$\emptyset 3$	=					mm diametro barra strato 3

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Busita II				
	Relazione di Calcolo Pile_carr_sx				
	Pagina 166 di 167				
	Nome file: VI07-C-CL004-C00_relazione_calcolo_pile_sx.doc				

Ø4	=					mm	diametro barra strato 4
Ø5	=					mm	diametro barra strato 5
Ø6	=					mm	diametro barra strato 6
Ø7	=	24		24		mm	diametro barra strato 7
Ø8	=	26	20	26	20	mm	diametro barra strato 8
ordinate barre							
y1	=	2460	2460	2460	2460	mm	ordinata barre strato 1
y2	=		2430		2430	mm	ordinata barre strato 2
y3	=					mm	ordinata barre strato 3
y4	=					mm	ordinata barre strato 4
y5	=					mm	ordinata barre strato 5
y6	=					mm	ordinata barre strato 6
y7	=	70		70		mm	ordinata barre strato 7
y8	=	40	40	40	40	mm	ordinata barre strato 8
area barre							
A _{s1}	=	1571	5309	1571	5309	mm ²	area barre strato 1
A _{s2}	=	0	4524	0	4524	mm ²	area barre strato 2
A _{s3}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 3
A _{s4}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 4
A _{s5}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 5
A _{s6}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 6
A _{s7}	=	4524	0	4524	0	mm ²	area barre strato 7
A _{s8}	=	5309	1571	5309	1571	mm ²	area barre strato 8
SOLLECITAZIONI		M11+	M11-	M22+	M22-		da sap
M	=	3300	120	6100	120	kNm	momento flettente (sempre >0 tende le fibre inferiori)
N	=	0	0	0	0	kN	sfuerzo normale (>0 compressione)
VERIFICA TENSIONI NEI MATERIALI							
cs	=	1	1	1	1		
cs	=	flessione semplice	flessione semplice	flessione semplice	flessione semplice		
an	=	696.6	230.3	696.6	230.3	mm	asse neutro (distanza da lembo compresso)
Y _n	=	1803	2270	1803	2270	mm	ordinata asse neutro
A	=	867620	401320	867620	401320	mm ²	area sezione reagente
J	=	574370969230	125838991812	574370969230	125838991812	mm ⁴	momento d'inerzia sezione reagente
S	=	0	0	0	0	mm ³	momento statico sezione reagente
Verifica tensione massima di compressione del calcestruzzo nelle condizioni di esercizio							
σ _c	=	-4.00	-0.22	-7.40	-0.22	MPa	tensione calcestruzzo
σ _{c,max}	=	-13.07	-13.07	-13.07	-13.07	MPa	massima tensione del cls da normativa
FS	=	3.27	59.54	1.77	59.54		check ok se >1