

ANAS S.p.A.

DIREZIONE CENTRALE PROGRAMMAZIONE PROGETTAZIONE

PA 12/09

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO - NORD EUROPA

ITINERARIO AGRIGENTO - CALTANISSETTA - A19

S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"

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

Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19

PROGETTO ESECUTIVO

Contraente Generale:



OPERE D'ARTE MAGGIORI VIADOTTI

Viadotto Busita III

Relazione di calcolo Pile - Carreggiata DX

Codice Unico Progetto (CUP) : F91B09000070001

Codice Elaborato:

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

Scala:

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 1 di 124
	Nome file: VI08-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

INDICE

1	GENERALITÀ	3
1.1	INTRODUZIONE	3
1.2	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL VIADOTTO	3
1.3	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	5
1.3.1	Condizioni ambientali e classi di esposizione	5
1.3.2	Calcestruzzo	6
1.3.3	Acciaio per c.a. in barre ad aderenza migliorata	7
1.4	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	8
2	ANALISI GLOBALE DEL VIADOTTO	9
2.1	DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO	9
2.1.1	Calcolo della rigidezza effettiva delle pile	10
2.2	ANALISI DEI CARICHI	10
2.2.1	Peso Proprio (g1) – Carreggiata DX	10
2.2.2	Peso Proprio (g1) -Svincolo	11
2.2.3	Permanenti portati su impalcato (g2) – Carreggiata DX	12
2.2.4	Permanenti portati su impalcato (g2) – Svincolo	12
2.2.5	Effetti del ritiro (ε_2) – Carreggiata DX	13
2.2.6	Effetti del ritiro (ε_2) – Svincolo	13
2.2.7	Effetti della temperatura (ε_3)	14
2.2.8	Carichi mobili (q1) – Carreggiata DX	14
2.2.9	Carichi mobili (q1) – Svincolo	15
2.2.10	Incremento dinamico dei carichi mobili (q2)	15
2.2.11	Azione di frenatura/accelerazione (q3) – Carreggiata DX	16
2.2.12	Azione di frenatura/accelerazione (q3) – Svincolo	16
2.2.13	Forza centrifuga (q4) – Carreggiata DX	16
2.2.14	Forza centrifuga (q4) – Svincolo	16
2.2.15	Azione di neve, vento (q5) – Carreggiata DX	17
2.2.16	Azione di neve, vento (q5) – Svincolo	18
2.2.17	Azione sismica (q6)	18
2.2.18	Resistenza parassita dei vincoli (q7)	22
2.3	RISPOSTA SISMICA DEL VIADOTTO	22
3	SOLLECITAZIONI	24
3.1	SOLLECITAZIONI NELLE CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI	24
3.1.1	Sollecitazioni nella sezione di base delle pile	24
3.1.2	Sollecitazioni nella sezione di testa del pulvino	25
3.1.3	Sollecitazioni della sottostruttura rispetto al baricentro della palificata	28
3.2	COMBINAZIONI DI CARICO	29
3.3	SOLLECITAZIONI NELLE COMBINAZIONI DI CARICO	30
3.3.1	Sollecitazioni nella sezione di base delle pile	30
3.3.2	Sollecitazioni nella sezione di testa del pulvino	34
3.3.3	Sollecitazioni sulla palificata	40
4	VERIFICA DEL FUSTO DELLE PILE	56
4.1	S.L.U. – RESISTENZA: PRESSO-FLESSIONE	56
4.2	S.L.U. – RESISTENZA: TAGLIO	58
4.3	S.L.E. – FESSURAZIONE	60
4.4	S.L.E. – LIMITAZIONE DELLE TENSIONI	62
5	EFFETTI DEL SECONDO ORDINE	63
5.1	METODO DELLA CURVATURA NOMINALE	63

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 2 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

5.1.1	Valutazione della snellezza.....	63
5.1.2	Viscosità.....	64
5.1.3	Momenti flettenti.....	64
5.1.4	Curvatura	65
5.1.5	Flessione deviata.....	66
5.2	VERIFICA ALL'INSTABILITÀ	67
5.2.1	Verifica di resistenza per l'instabilità. Momenti di calcolo al secondo ordine	67
6	VERIFICA DEL PULVINO	78
6.1	VERIFICA BAGGIOLI.....	80
7	DISPOSITIVI ANTISISMICI	82
8	VERIFICA DI RESISTENZA DEI PALI DI FONDAZIONE	87
8.1	VERIFICHE STRUTTURALI.....	87
8.1.1	S.L.U. – Resistenza: presso-flessione.....	88
8.1.2	S.L.U. – Resistenza: taglio.....	89
8.1.3	S.L.E. – Fessurazione.....	91
8.1.4	S.L.E. – Limitazione delle tensioni.....	92
9	ANALISI DEL PLINTO DI FONDAZIONE	94
9.1	ANALISI DEI CARICHI E COMBINAZIONI DI CARICO	95
9.2	SOLLECITAZIONI	104
9.3	VERIFICA DELLA SEZIONE DEL PLINTO	107
9.3.1	S.L.U. – Resistenza: presso-flessione.....	107
9.3.2	S.L.U. – Resistenza: taglio.....	107
9.3.3	S.L.E. – Fessurazione.....	109
9.3.4	S.L.E. – Limitazione delle tensioni.....	113
10	VERIFICA GEOTECNICA DEI PALI.....	117
10.1	CARICO LIMITE VERTICALE	117
10.1.1	Criteri di calcolo del carico limite verticale	117
10.1.2	Criteri di verifiche	120
10.1.3	Risultati	121
10.2	CARICO LIMITE ORIZZONTALE.....	122
10.2.1	Criteri di calcolo del carico limite orizzontale	122
10.2.2	Criteri di verifica	122
10.2.3	Risultati carreggiata destra	122

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 3 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

1 GENERALITÀ

1.1 INTRODUZIONE

Nella presente relazione si riportano le verifiche di sicurezza delle pile della carreggiata destra del viadotto Busita III, previsto nell'ambito del progetto esecutivo "CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA - ITINERARIO AGRIGENTO - CALTANISSETTA-A19 - S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" - AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 - dal km 44+000 allo svincolo con l'A19".

1.2 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL VIADOTTO

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

Tabella 1: Campate carreggiata Destra

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

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

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

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

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

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

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

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

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

La figura seguente riporta la pianta impalcato del viadotto.

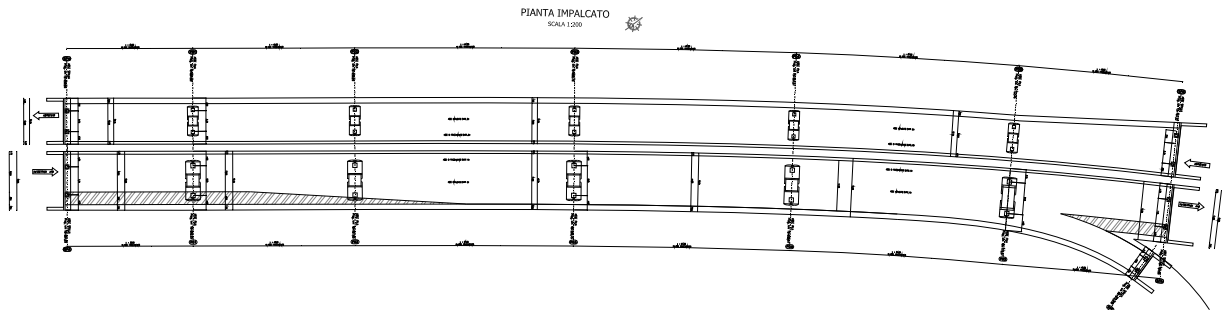


Figura 1: Pianta impalcato

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

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

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

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

CARREGGIATA SX

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

CARREGGIATA DX

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

Tutte le pile di entrambe le carreggiate del viadotto sono fondate su pali trivellati di grande diametro. In particolare la palificata è costituita da 6 pali di diametro Ø1500 mm, posti ad interasse di 4.5 m. I pali sono collegati in testa da un plinto di fondazione di altezza 2.50m a pianta rettangolare di dimensioni 6.50x 11,00m.

Nelle seguenti figure si illustra la geometria delle pile della carreggiata destra di Tipo B e di Tipo C.

Fondazione Pila di Tipo B e Tipo C

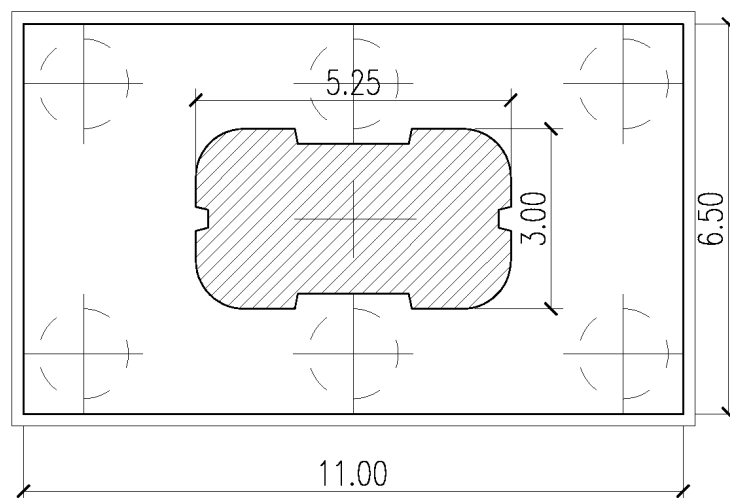


Figura 2: Fondazione pile

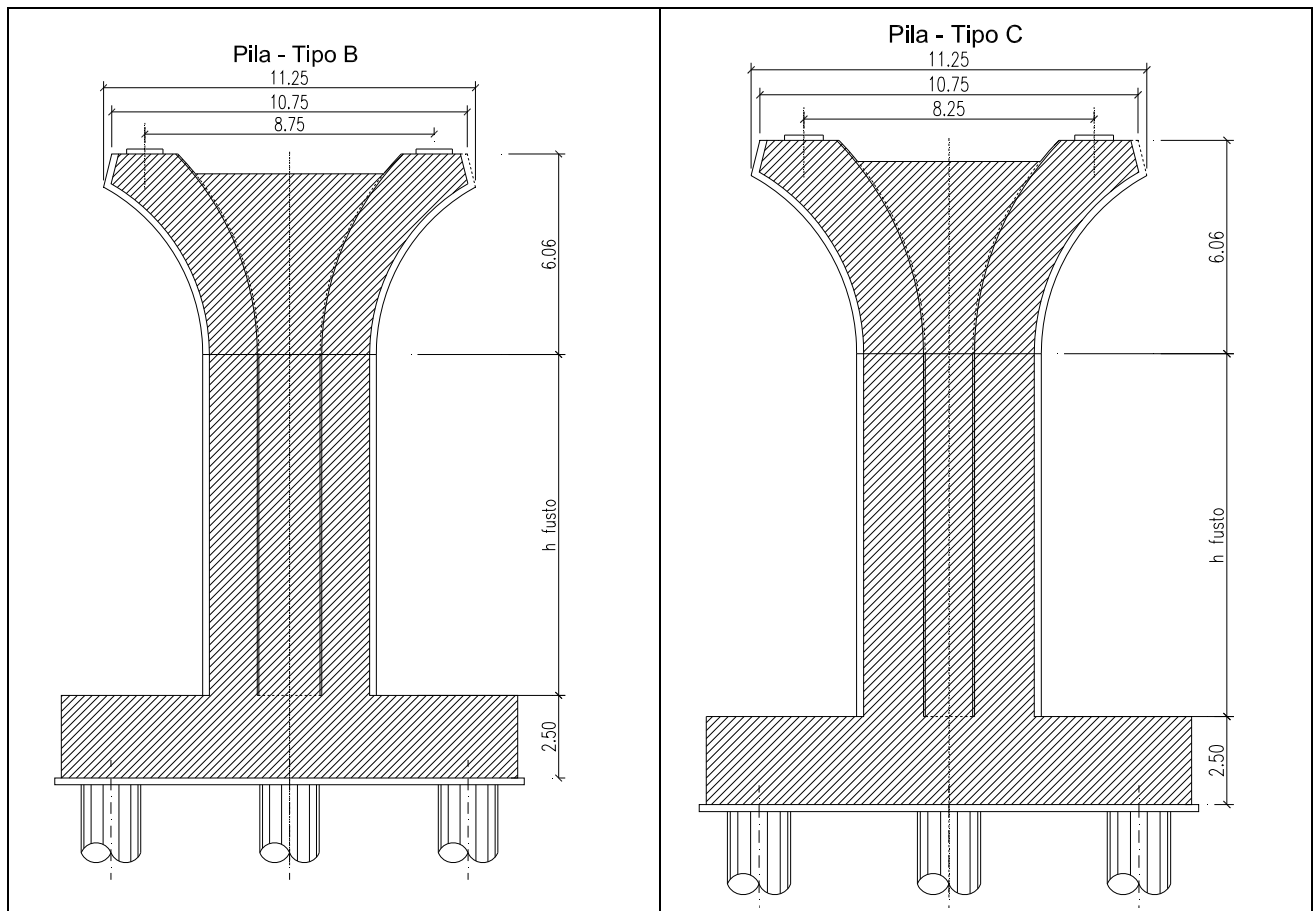


Figura 3: Sezione trasversale pila Tipo B e Tipo C

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, flugge, 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.

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'utilizzo di quanto segue:

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

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

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 6 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

1.3.2 Calcestruzzo

Calcestruzzo PALI C25/30

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

Calcestruzzo ZATTERE C25/30

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

Calcestruzzo ELEVAZIONE C28/35

R_{ck}	=	35	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	29.05	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f_{cm}	=	37.05	MPa	resistenza cilindrica media
α_{cc}	=	0.85		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
γ_c	=	1.5		coefficiente parziale di sicurezza
f_{cd}	=	16.46	MPa	resistenza di calcolo a compressione
f_{ctm}	=	2.83	MPa	resistenza media a trazione semplice (assiale)
f_{ctk}	=	1.98	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice (assiale)
c	=	1.00		per solette, pareti, ed elementi con spessori minori di 50mm va ridotta di 0,80

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 7 di 124
	Nome file: VI08-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

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

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

ACCIAIO PER C.A. B450C

$f_{y,nom}$	=	450	MPa	tensione nominale di snervamento
$f_{t,nom}$	=	540	MPa	tensione nominale di rottura
f_{yk}	\geq	$f_{y,nom}$		tensione caratteristica di snervamento
f_{tk}	\geq	$f_{t,nom}$		tensione caratteristica di rottura
$(f_t/f_y)_k$	\geq	1.15		
$(f_t/f_y)_k$	$<$	1.35		
γ_s	=	1.15		coefficiente di sicurezza
f_{yd}	=	391	MPa	tensione di snervamento di calcolo
σ_s	=	360.0	MPa	massima tensione in esercizio

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 8 di 124
	Nome file: VI08-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 9 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.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 rigidezze e delle masse della struttura reale. In questo capitolo, in particolare, si descrive il modello implementato per schematizzare la carreggiata destra 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. 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.

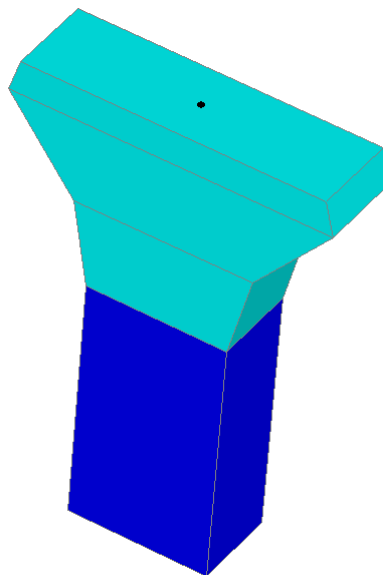


Figura 4: Vista 3d del modello agli elementi finiti della Pila

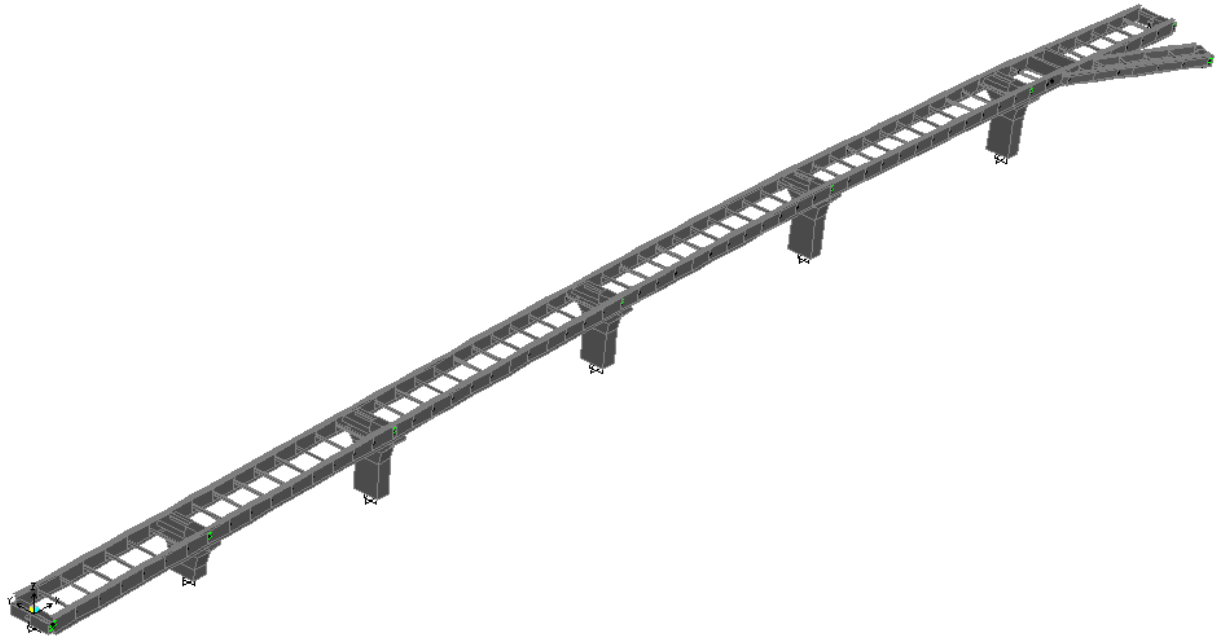


Figura 5: Modello agli elementi finiti

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 (g_1) – Carreggiata DX

Il peso proprio delle travi e dei trasversi ($g_{1.1}$) è preso considerando una incidenza della carpenteria metallica pari a 2 kPa. Attraverso tale incidenza si determina il carico uniformemente distribuito assegnato su ciascuna trave nel modello di calcolo.

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 11 di 124
	Nome file: VI08-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

Peso proprio carpenteria metallica ($g_{1.1}$)

- Il peso delle travi e dei trasversi ($g_{1.1a}$) viene calcolato automaticamente dal programma di calcolo
- il peso degli irrigidimenti, pioli e della carpenteria minuta in generale ($g_{1.1b}$) viene assunto pari a:

$g_{1.1b}$	=	0 kPa	incidenza carpenteria minuta
B	=	16.25 m	larghezza impalcato
n	=	2	numero travi
$g_{1.1b}$	=	0.00 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:

Peso proprio della soletta e cordoli ($g_{1.2}$)

A	=	5.94 mq	area sezione trasversale soletta
γ	=	25 kN/m ³	peso specifico calcestruzzo
n	=	2.00	numero travi
$g_{soletta}$	=	74.25 kN/m	peso soletta su ciascuna trave (cordoli esclusi)
$g_{c,sx}$	=	3.19 kN/m	peso cordolo sx
$g_{c,dx}$	=	6.38 kN/m	peso cordolo dx
$g_{1.2,sx}$	=	77.44 kN/m	peso soletta + cordolo su trave sx
$g_{1.2,dx}$	=	80.63 kN/m	peso soletta + cordolo su trave dx

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 Peso Proprio (g_1) -Svincolo

Il peso proprio delle travi e dei trasversi ($g_{1.1}$) è preso considerando una incidenza della carpenteria metallica pari a 2 kPa. Attraverso tale incidenza si determina il carico uniformemente distribuito assegnato su ciascuna trave nel modello di calcolo.

Peso proprio carpenteria metallica ($g_{1.1}$)

- Il peso delle travi e dei trasversi ($g_{1.1a}$) viene calcolato automaticamente dal programma di calcolo
- il peso degli irrigidimenti, pioli e della carpenteria minuta in generale ($g_{1.1b}$) viene assunto pari a:

$g_{1.1b}$	=	2 kPa	incidenza carpenteria minuta
B	=	9.50 m	larghezza impalcato
n	=	2	numero travi
$g_{1.1b}$	=	9.50 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:

Peso proprio della soletta e cordoli ($g_{1.2}$)

A	=	3.55 mq	area sezione trasversale soletta
γ	=	25 kN/m ³	peso specifico calcestruzzo
n	=	2.00	numero travi
$g_{soletta}$	=	44.38 kN/m	peso soletta su ciascuna trave (cordoli esclusi)
$g_{c,sx}$	=	6.38 kN/m	peso cordolo sx

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 12 di 124
	Nome file: VI08-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

$g_{c,dx}$	=	6.38	kN/m	peso cordolo dx
$g_{1.2,sx}$	=	50.75	kN/m	peso soletta + cordolo su trave sx
$g_{1.2,dx}$	=	50.75	kN/m	peso soletta + cordolo su trave dx

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/m^3 .

2.2.3 Permanenti portati su impalcato (g_2) – Carreggiata DX

I sovraccarichi permanenti consistono nei seguenti contributi:

Permanenti portati (g_2)

	carico unitario [kPa]	larghezza [m]	carico lineare [kN/m]	
$g_{2.1,sx}$	2.50	7.38	18.44	pavimentazione lato trave sx
$g_{2.1,dx}$	2.50	6.63	16.56	pavimentazione lato trave dx
$g_{2.3,sx}$	-	-	1.00	guard-rail sx
$g_{2.3,dx}$	-	-	1.00	guard-rail dx
$g_{2.4,sx}$	-	-	0.00	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			39.00	permanente portato totale
$g_{2,sx}$			20.44	permanente portato su trave sx
$g_{2,dx}$			18.56	permanente portato su trave dx

2.2.4 Permanenti portati su impalcato (g_2) – Svincolo

Permanenti portati (g_2)

	carico unitario [kPa]	larghezza [m]	carico lineare [kN/m]	
$g_{2.1,sx}$	2.50	3.25	8.13	pavimentazione lato trave sx
$g_{2.1,dx}$	2.50	3.25	8.13	pavimentazione lato trave dx
$g_{2.3,sx}$	-	-	1.00	guard-rail sx
$g_{2.3,dx}$	-	-	1.00	guard-rail dx
$g_{2.4,sx}$	-	-	0.00	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			20.25	permanente portato totale
$g_{2,sx}$			10.13	permanente portato su trave sx
$g_{2,dx}$			10.13	permanente portato su trave dx

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 13 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

2.2.5 Effetti del ritiro (ϵ_2) – Carreggiata DX

Assumendo in questa fase una deformazione di ritiro pari allo 0.3‰, gli effetti iperstatici del ritiro vengono schematizzati mediante deformazioni impresse di accorciamento e curvatura assegnate nel modello SAP. Per risalire a tali grandezze si calcolano le sollecitazioni indotte dal ritiro della soletta e si riconducono a deformazioni impresse sulla sezione mista del modello di calcolo. 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 escludono, appunto, tali zone.

Ritiro (e_2)

ϵ_{sh}	=	0.000337	deformazione da ritiro
E^*_c	=	13033 MPa	modulo elastico ridotto calcestruzzo per fenomeni viscosi
σ_{sh}	=	4.39 MPa	trazione nel calcestruzzo
A_c	=	5.94 m ²	area conglomerato
N_{sh}	=	26089 kN	trazione nella soletta
e	=	0.81 m	eccentricità rispetto a baricentro sezione composta
M_{sh}	=	21083 kNm	momento flettente
n	=	2	numero travi
N_{rt}	=	13045 kN	compressione su ciascuna trave
M_{rt}	=	10541 kNm	momento flettente su ciascuna trave
A_{id}	=	0.49 m ²	area sezione SAP2000
J_{id}	=	0.38 m ⁴	momento d'inerzia sezione SAP2000
ϵ_{SAP}	=	-1.267E-04	epsilon da assegnare alle travi sap
χ_{SAP}	=	1.321E-04	chi da assegnare alle travi sap

2.2.6 Effetti del ritiro (ϵ_2) – Svincolo

Ritiro (e_2)

ϵ_{sh}	=	0.000337	deformazione da ritiro
E^*_c	=	13033 MPa	modulo elastico ridotto calcestruzzo per fenomeni viscosi
σ_{sh}	=	4.39 MPa	trazione nel calcestruzzo
A_c	=	3.55 m ²	area conglomerato
N_{sh}	=	15592 kN	trazione nella soletta
e	=	0.54 m	eccentricità rispetto a baricentro sezione composta
M_{sh}	=	8354 kNm	momento flettente
n	=	2	numero travi
N_{rt}	=	7796 kN	compressione su ciascuna trave
M_{rt}	=	4177 kNm	momento flettente su ciascuna trave
A_{id}	=	0.38 m ²	area sezione SAP2000
J_{id}	=	0.12 m ⁴	momento d'inerzia sezione SAP2000
ϵ_{SAP}	=	-9.808E-05	epsilon da assegnare alle travi sap
χ_{SAP}	=	1.629E-04	chi da assegnare alle travi sap

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 14 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

2.2.7 Effetti della temperatura (ϵ_3)

Ai fini della valutazione degli effetti iperstatici 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 $\Delta T_{M1} = +15 \text{ °C/m}$ (estradosso più caldo dell'intradosso) e $\Delta T_{M2} = -18 \text{ °C/m}$ (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: $\Delta T_{N1} = -26 \text{ °C}$ e $\Delta T_{N2} = +34 \text{ °C}$.

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.

2.2.8 Carichi mobili (q_1) – Carreggiata DX

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 larghezza utile pari a 14,00 m (carreggiata DX) è in grado di ospitare 4 corsie di carico di larghezza convenzionale pari a 3,0 m. La parte rimanente ("remaining area") risulta pari a 2,00 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:

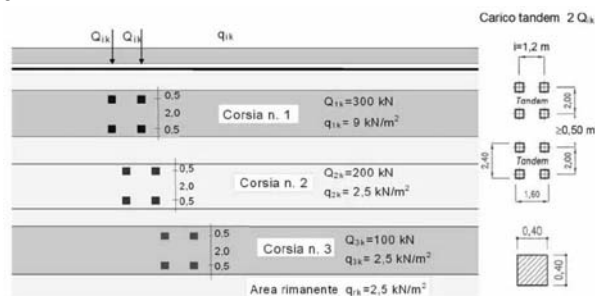
- Schema di carico n.1 ridotto: n. 4 carichi concentrati da 50 kN cadauno disposti ad interasse 2.00 m in direzione longitudinale al viadotto e 2.00 m in direzione trasversale;
- Carico uniformemente ripartito di intensità 2.5 kPa su una larghezza di 3.00 m.

Corsia di carico n. 4 costituita da:

- 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 $(14,00-3,00 \times 4) = 2,00 \text{ m}$



I carichi mobili prima definiti sono stati posti 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

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 15 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

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/m^2 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.

2.2.9 Carichi mobili (q1) – Svincolo

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 larghezza utile pari a 6,50 m è in grado di ospitare 2 corsie di carico di larghezza convenzionale pari a 3.0 m. La parte rimanente ("remaining area") risulta pari a 0.,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 (Remaining area RA) costituita da:

- Carico uniformemente ripartito di intensità 2.5 kPa su una larghezza residua di impalcato pari a $(14,00-3.00 \times 2) = 0,50 \text{ m}$

I carichi mobili prima definiti sono stati posti 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/m^2 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.

2.2.10 Incremento dinamico dei carichi mobili (q2)

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

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 16 di 124
	Nome file: VI08-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

2.2.11 Azione di frenatura/accelerazione (q3) – Carreggiata DX

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

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

Frenatura (q3)

w_1	=	3.00 m	larghezza corsie convenzionali
Q_{1k}	=	300 kN	singolo asse Q1k
q_{1k}	=	9 kPa	carico uniformemente distribuito
L	=	306 m	lunghezza del viadotto
Q_3	=	900 kN	forza di frenatura (accelerazione) sull'intero viadotto
q_{3l}	=	2.94 kN/m	azione di frenatura per unità di lunghezza

2.2.12 Azione di frenatura/accelerazione (q3) – Svincolo

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

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

Frenatura (q3)

w_1	=	3.00 m	larghezza corsie convenzionali
Q_{1k}	=	300 kN	singolo asse Q1k
q_{1k}	=	9 kPa	carico uniformemente distribuito
L	=	41 m	lunghezza del viadotto
Q_3	=	469 kN	forza di frenatura (accelerazione) sull'intero viadotto
q_{3l}	=	11.59 kN/m	azione di frenatura per unità di lunghezza

2.2.13 Forza centrifuga (q4) – Carreggiata DX

Il raggio di curvatura risulta maggiore di 1500 m e pertanto si trascurano gli effetti della forza centrifuga

2.2.14 Forza centrifuga (q4) – Svincolo

In funzione del raggio di curvatura sulla rampa dello svincolo si ha la seguente azione centrifuga:

Azione centrifuga (q4)

R	=	74 m	raggio della curva
Q_v	=	1000.00 kN	carico totale dovuto agli assi tandem
Q_4	=	500.00 kN	azione centrifuga
L	=	40.5 m	lunghezza tratto in curva
q_4	=	12.35 kN/m	azione centrifuga distribuita

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 17 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

2.2.15 Azione di neve, vento (q₅) – Carreggiata DX

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).

Azione del vento (q₅)

zona	=	4		sicilia
v _{b,0}	=	28	m/s	Tabella 3.3.I
a ₀	=	500	m	Tabella 3.3.I
k _a	=	0.02	1/s	Tabella 3.3.I
a _s	=	500	m	altitudine del sito
v _b	=	28	m/s	velocità di riferimento
ρ	=	1.25	kg/m ³	densità dell'aria
q _b	=	0.490	kN/m ²	pressione cinetica di riferimento
	=	D		classe di rugosità del terreno
c _t	=	1.2		coefficiente di topografia
	=	II		categoria di esposizione del sito
k _r	=	0.19		Tabella 3.3.II
z ₀	=	0.05	m	Tabella 3.3.II
z _{min}	=	4.00	m	Tabella 3.3.II
z	=	35.00	m	altezza sul suolo
c _e	=	4.22		coefficiente di esposizione
c _p	=	1		coefficiente di forma
c _d	=	1		coefficiente dinamico
p	=	2.1	kN/m ²	pressione del vento
H _{vc}	=	3.00	m	altezza veicolo convenzionale
H _{imp}	=	3.27	m	altezza impalcato
H _{vento}	=	6.27	m	altezza superficie di spinta
F _{vento}	=	12.96	kN/m	azione del vento su impalcato
Y _G	=	2.44	m	distanza da intradosso baricentro impalcato
e	=	0.69	m	eccentricità dell'azione del vento
M _{vento}	=	8.99	kNm/m	coppia torcente
d _b	=	5.75	m	interasse travi
q _{5v}	=	1.56	kN/m	azione verticale su travi di bordo
q _{5h}	=	6.48	kN/m	azione orizzontale su ciascuna trave
	=			
Vento su pile				
B	=	3	m	larghezza pila
q _{5,pile}	=	6.20	kN/m	azione del vento trasversale su pile

Nella Tabella precedente sono riportate le azioni del vento sull'impalcato e sulle pile. Tali valori sono stati inseriti nel modello di calcolo come carichi distribuiti sugli elementi frame relativi alle travi dell'impalcato e alle pile.

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 18 di 124
	Nome file: VI08-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

2.2.16 Azione di neve, vento (q5) – Svincolo

Azione del vento (q5)

zona	=	4	sicilia
$V_{b,0}$	=	28 m/s	Tabella 3.3.I
a_0	=	500 m	Tabella 3.3.I
k_a	=	0.02 1/s	Tabella 3.3.I
a_s	=	500 m	altitudine del sito
V_b	=	28 m/s	velocità di riferimento
ρ	=	1.25 kg/m ³	densità dell'aria
Q_b	=	0.490 kN/m ²	pressione cinetica di riferimento
	=	D	classe di rugosità del terreno
C_t	=	1.2	coefficiente di topografia
	=	II	categoria di esposizione del sito
k_r	=	0.19	Tabella 3.3.II
Z_0	=	0.05 m	Tabella 3.3.II
Z_{min}	=	4.00 m	Tabella 3.3.II
Z	=	20.00 m	altezza sul suolo
C_e	=	3.68	coefficiente di esposizione
C_p	=	1	coefficiente di forma
C_d	=	1	coefficiente dinamico
p	=	1.8 kN/m ²	pressione del vento
H_{vc}	=	3.00 m	altezza veicolo convenzionale
H_{imp}	=	2.27 m	altezza impalcato
H_{vento}	=	5.27 m	altezza superficie di spinta
F_{vento}	=	9.51 kN/m	azione del vento su impalcato
Y_G	=	1.72 m	distanza da intradosso baricentro impalcato
e	=	0.92 m	eccentricità dell'azione del vento
M_{vento}	=	8.70 kNm/m	coppia torcente
d_b	=	4.00 m	interasse travi
Q_{5v}	=	2.18 kN/m	azione verticale su travi di bordo
Q_{5h}	=	4.76 kN/m	azione orizzontale su ciascuna trave

2.2.17 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 parametri riportati nei seguenti punti:

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 19 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

Coordinate Piane Gauss Boaga Roma 40		
	Spalla 1	Spalla 2
Longitudine	2436383.8718	2436599.8092
Latitudine	4152933.2913	4153205.5698
Fuso	E	E
Coordinate Geografiche WGS84 GD		
	Spalla 1	Spalla 2
Longitudine	14.0537031	14.0561155
Latitudine	37.5194749	37.5219483
Fuso	E	E

Vita nominale	Vn	50
Classe d'uso		IV
Coefficiente d'uso	Cu	2
Periodo di riferimento per l'azione sismica	Vr	100
Categoria topografica		T1
Profondità piano di posa fondazione	- 3 mt dal p.c.	

Parametri sismici Spalla 1				
SLO				
TR	ag(g)	F0	Tc*	
60	0.037	2.52	0.276	
SLD				
TR	ag(g)	F0	Tc*	
101	0.045	2.501	0.315	
SLV				
TR	ag(g)	F0	Tc*	
949	0.093	2.652	0.467	
SLC				
TR	ag(g)	F0	Tc*	
1950	0.113	2.733	0.519	

Parametri sismici Spalla 2				
SLO				
TR	ag(g)	F0	Tc*	
60	0.038	2.52	0.277	
SLD				
TR	ag(g)	F0	Tc*	
101	0.046	2.496	0.316	
SLV				
TR	ag(g)	F0	Tc*	
949	0.095	2.645	0.478	
SLC				
TR	ag(g)	F0	Tc*	
1950	0.116	2.725	0.526	

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 20 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

INDAGINI DI RIFERIMENTO

RR13	Coordinate Piane Gauss Boaga Roma 40		
Longitudine	2436352.9700		
Latitudine	4152867.6400		
Fuso	E		
	Coordinate Geografiche WGS84 GD		
Longitudine	14.0533333		
Latitudine	37.5188888		
Fuso	E		

Vs30 (m/sec)	Categoria di suolo
382.90	B

Punti dello spettro di risposta allo SLV

Orizzontale

T	S _e (T)/g
0.000	0.111
0.200	0.239
0.601	0.239
0.666	0.216
0.732	0.197
0.797	0.180
0.862	0.167
0.927	0.155
0.992	0.145
1.057	0.136
1.122	0.128
1.187	0.121
1.252	0.115
1.318	0.109
1.383	0.104
1.448	0.099
1.513	0.095
1.578	0.091
1.643	0.088
1.708	0.084
1.773	0.081
1.838	0.078
1.904	0.076
1.969	0.073
2.065	0.066
2.162	0.061
2.259	0.055
2.356	0.051
2.452	0.047

Verticale

T	S _{ev} (T)/g
0.000	0.038
0.050	0.100
0.150	0.100
0.235	0.064
0.320	0.047
0.405	0.037
0.490	0.031
0.575	0.026
0.660	0.023
0.745	0.020
0.830	0.018
0.915	0.016
1.000	0.015
1.094	0.013
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

2.549	0.044
2.646	0.040
2.743	0.038
2.839	0.035
2.936	0.033
3.033	0.031
3.129	0.029
3.226	0.027
3.323	0.026
3.420	0.024
3.516	0.023
3.613	0.022
3.710	0.021
3.807	0.020
3.903	0.019
4.000	0.018

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	0.002
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

Punti dello spettro di risposta allo SLC

Orizzontale

T	$S_e(T)/g$
0.000	0.135
0.218	0.300
0.653	0.300
0.720	0.272
0.786	0.249
0.853	0.230
0.919	0.213
0.985	0.199
1.052	0.186
1.118	0.175
1.185	0.165
1.251	0.157
1.318	0.149
1.384	0.141
1.451	0.135
1.517	0.129
1.583	0.124
1.650	0.119
1.716	0.114
1.783	0.110
1.849	0.106
1.916	0.102
1.982	0.099
2.048	0.096
2.141	0.087
2.234	0.080
2.327	0.074
2.420	0.068

Verticale

T	$S_{ev}(T)/g$
0.000	0.051
0.050	0.138
0.150	0.138
0.235	0.088
0.320	0.065
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	0.023
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	0.008
1.750	0.007
1.844	0.006
1.938	0.006
2.031	0.005
2.125	0.005
2.219	0.004
2.313	0.004
2.406	0.004

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 22 di 124
	Nome file: VI08-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

2.513	0.064	2.500	0.003
2.606	0.059	2.594	0.003
2.699	0.055	2.688	0.003
2.792	0.051	2.781	0.003
2.885	0.048	2.875	0.003
2.978	0.045	2.969	0.002
3.071	0.043	3.063	0.002
3.164	0.040	3.156	0.002
3.257	0.038	3.250	0.002
3.349	0.036	3.344	0.002
3.442	0.034	3.438	0.002
3.535	0.032	3.531	0.002
3.628	0.030	3.625	0.002
3.721	0.029	3.719	0.002
3.814	0.028	3.813	0.001
3.907	0.026	3.906	0.001
4.000	0.025	4.000	0.001

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 8.33 kN/m per le travi della carreggiata SX.

Sono stati considerati 202 modi di vibrare per la carreggiata SX. 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) $0.3 \times E_x + 0.3 \times E_y + E_z$;

2.2.18 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 RISPOSTA SISMICA DEL VIADOTTO

Nel seguito si riportano, per i primi 20 modi vibrare, i periodi propri della carreggiata DX.

Tabella 2: Caratteristiche modali

TABLE: Modal Periods And Frequencies						
OutputCase	StepType	StepNum	Period	Frequency	CircFreq	Eigenvalue
Text	Text	Unitless	Sec	Cyc/sec	rad/sec	rad2/sec2
modale	Mode	1	2.157655	0.46347	2.912	8.48

modale	Mode	2	1.953673	0.51186	3.2161	10.343
modale	Mode	3	1.657339	0.60338	3.7911	14.373
modale	Mode	4	1.252429	0.79845	5.0168	25.168
modale	Mode	5	0.832795	1.2008	7.5447	56.922
modale	Mode	6	0.791196	1.2639	7.9414	63.065
modale	Mode	7	0.769125	1.3002	8.1693	66.737
modale	Mode	8	0.65683	1.5225	9.5659	91.507
modale	Mode	9	0.629894	1.5876	9.975	99.501
modale	Mode	10	0.51995	1.9233	12.084	146.03
modale	Mode	11	0.514306	1.9444	12.217	149.25
modale	Mode	12	0.494014	2.0242	12.719	161.76
modale	Mode	13	0.447908	2.2326	14.028	196.78
modale	Mode	14	0.403308	2.4795	15.579	242.71
modale	Mode	15	0.377267	2.6506	16.654	277.37
modale	Mode	16	0.37617	2.6584	16.703	278.99
modale	Mode	17	0.373778	2.6754	16.81	282.57
modale	Mode	18	0.347687	2.8762	18.071	326.58
modale	Mode	19	0.267479	3.7386	23.49	551.8
modale	Mode	20	0.26734	3.7406	23.503	552.37

La risposta sismica del viadotto, avendo utilizzato l'analisi modale, è descritta dai suoi modi di vibrare. A titolo esemplificativo si riportano i primi modi di vibrare della carreggiata DX.

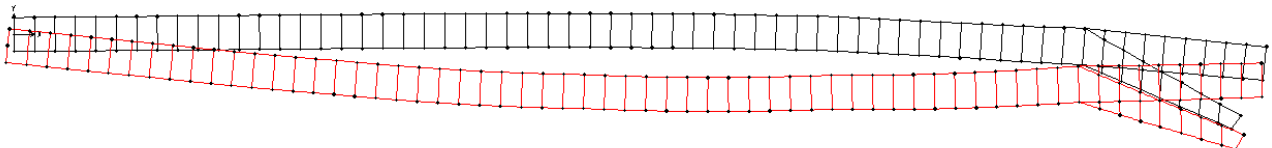


Figura 6: Prima forma modale

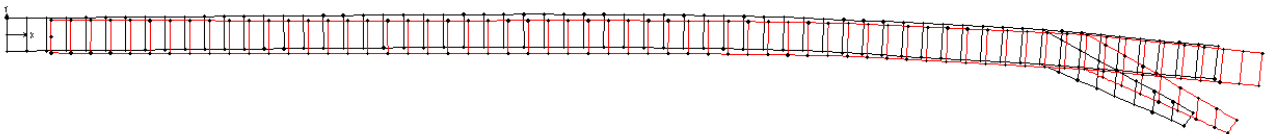


Figura 7: Seconda forma modale

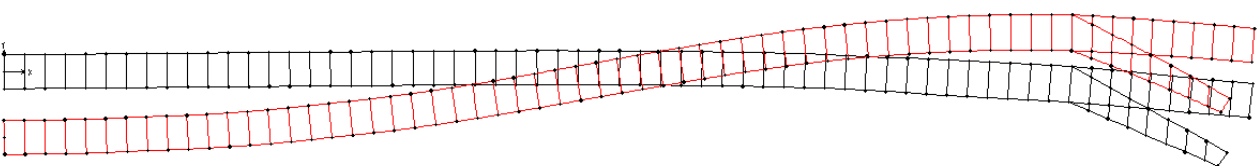


Figura 8: terza forma modale

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 24 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.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 nei paragrafi 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	=	carico termico su impalcato;
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.

Tabella 3: Sollecitazioni base pile

PILA 01	PILA 01						PILA 02							
	H	= 8.46 m					altezza pila	H	= 13.26 m					altezza pila
		Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	
		[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	
g1-impalcato	0	0	7836	19	3	0	0	0	10347	90	4	0		
g1-pile	0	0	4475	0	0	0	0	0	6365	0	0	0		
g2	0	0	1604	4	0	0	0	0	2118	18	1	0		
e2	154	10	645	234	1348	-28	104	56	197	303	1404	19		
e3	173	1	287	11	1515	2	106	7	38	73	1443	3		
q1.1	494	3	215	28	4327	6	304	19	28	246	4120	7		
q1.2	0	3	3959	8918	2	1	0	10	4715	9045	6	1		
q3	0	6	2205	9279	3	0	1	15	2801	10651	7	-1		
q4	158	1	0	8	1388	-1	151	2	0	29	2047	-2		
q5-impalcato	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
q5-pile	47	418	0	3934	415	-70	45	576	0	8152	614	-53		
q6.1	0	45	0	186	0	0	0	71	0	459	0	0		
q6.2	924	128	90	1051	7322	15	1300	188	96	2307	14610	10		

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 25 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

q6.3	284	382	91	3071	2264	32	395	563	96	6687	4457	23	
q7	278	116	302	932	2200	10	390	170	319	2031	4385	7	
PILA 03							PILA 04						
H	= 13.26 m altezza pila						H	= 14.46 m altezza pila					
	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	
g1-impalcato	0	2	11751	160	4	-1	0	3	11686	658	3	-1	
g1-pile	0	0	6365	0	0	0	0	0	6837	0	0	0	
g2	0	0	2404	34	1	0	0	0	2400	140	0	0	
e2	30	18	86	891	411	7	41	12	95	570	612	5	
e3	29	17	8	66	397	3	46	25	51	193	678	0	
q1.1	84	48	6	533	1132	8	131	74	38	953	1939	0	
q1.2	0	9	5114	9734	4	0	0	12	5121	9170	3	-1	
q3	1	12	3202	11575	7	0	0	17	3584	12147	5	0	
q4	152	9	0	124	2059	-4	150	22	0	325	2213	-5	
q5-impalcato	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
q5-pile	39	696	0	9836	534	-13	21	671	1	10301	314	30	
q6.1	0	71	0	463	0	0	0	77	0	548	0	0	
q6.2	1302	191	97	2350	14640	4	1330	188	103	2446	16218	6	
q6.3	395	574	98	6883	4466	6	405	613	103	7906	4957	12	
q7	391	174	325	2088	4394	2							
PILA 05													
H	= 14.46 m altezza pila												
	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz							
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]							
g1-impalcato	0	14	12743	7281	1	1							
g1-pile	0	0	6837	1	0	0							
g2	0	2	2558	1206	0	0							
e2	113	8	470	919	1664	16							
e3	120	27	253	1020	1770	-8							
q1.1	343	71	190	21	5057	-24							
q1.2	0	1	6821	520	2	-1							
q3	0	38	4949	19289	3	2							
q4	152	36	0	521	2240	-2							
q5-impalcato	0	0	0	0	0	0							
q5-pile	4	493	29	7767	58	84							
q6.1	0	77	0	541	0	0							
q6.2	1320	183	116	2337	16109	21							
q6.3	410	588	117	7499	5020	41							
q7	397	177	387	2262	4844	13							

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.

La numerazione indica:

P0i_NLi_dxi è l'isolatore destro della P0i-esima pila;

P0i_NLi_sxi è l'isolatore sinistro della P0i-esima pila;

Tabella 4: Sollecitazioni testa pulvino

Link		P=FZ	V2=FX	V3=FY
Text		KN	KN	KN
P01_NLi-dx1	01) g1-imp	3946.797	0.198557	0.074586
P01_NLi-dx1	02) g2	807.652	0.034992	0.012137
P01_NLi-dx1	03) e2	490.4424	74.22396	4.904773
P01_NLi-dx1	04) e3.1	192.8908	87.56567	0.839801
P01_NLi-dx1	05) e3.2	144.6017	250.0792	2.444501
P01_NLi-dx1	06) q1	2679.244	0.243372	1.544683
P01_NLi-dx1	07) q1	885.012	0.81232	6.443778
P01_NLi-dx1	08) q3	0.013598	79.415	0.62288
P01_NLi-dx1	09) q4	0	0	0
P01_NLi-dx1	10) q5-imp	33.7598	30.17075	214.1925
P01_NLi-dx1	11) SLC1	65.61826	491.5426	73.61723
P01_NLi-dx1	12) SLC2	78.34888	155.4234	215.183
P01_NLi-dx1	13) SLC3	214.108	147.9977	65.28966
P01_NLi-sx1	01) g1-imp	3942.239	0.111533	0.074189
P01_NLi-sx1	02) g2	806.7391	0.019388	0.012056
P01_NLi-sx1	03) e2	401.8706	81.96239	4.904818
P01_NLi-sx1	04) e3.1	193.4362	88.11776	0.839781
P01_NLi-sx1	05) e3.2	145.1463	251.7132	2.444486
P01_NLi-sx1	06) q1	3315.972	0.047004	2.591735
P01_NLi-sx1	07) q1	205.6559	0.008842	6.443744
P01_NLi-sx1	08) q3	0.015992	79.79504	0.62288
P01_NLi-sx1	09) q4	0	0	0
P01_NLi-sx1	10) q5-imp	33.7636	15.25096	214.1925
P01_NLi-sx1	11) SLC1	65.60098	494.31	73.61723
P01_NLi-sx1	12) SLC2	78.9014	155.8757	215.183
P01_NLi-sx1	13) SLC3	214.2423	148.7944	65.28966
P02_NLi-dx2	01) g1-imp	5165.868	0.205775	0.514974
P02_NLi-dx2	02) g2	1057.533	0.036255	0.095523
P02_NLi-dx2	03) e2	257.3006	54.65544	33.56962
P02_NLi-dx2	04) e3.1	31.93507	53.93295	3.938196
P02_NLi-dx2	05) e3.2	23.92041	153.984	11.56049
P02_NLi-dx2	06) q1	3179.467	0.268589	5.625474
P02_NLi-dx2	07) q1	1378.067	0.817265	10.63426
P02_NLi-dx2	08) q3	0.001262	75.48741	1.560737
P02_NLi-dx2	09) q4	0	0	0
P02_NLi-dx2	10) q5-imp	40.14163	27.19807	282.9996
P02_NLi-dx2	11) SLC1	63.60924	468.2201	91.40839
P02_NLi-dx2	12) SLC2	101.647	147.9813	253.2677
P02_NLi-dx2	13) SLC3	190.4833	140.9697	77.29845
P02_NLi-sx2	01) g1-imp	5183.687	0.090052	0.515494
P02_NLi-sx2	02) g2	1061.115	0.015623	0.095629
P02_NLi-sx2	03) e2	73.23304	50.6578	33.5696
P02_NLi-sx2	04) e3.1	37.08471	54.55546	3.9382
P02_NLi-sx2	05) e3.2	27.85771	155.83	11.56049
P02_NLi-sx2	06) q1	3876.307	0.13397	9.918619
P02_NLi-sx2	07) q1	272.4849	0.204683	10.63421

P02_NLi-sx2	08) q3	0.006923	76.02092	1.560737
P02_NLi-sx2	09) q4	0	0	0
P02_NLi-sx2	10) q5-imp	39.91499	16.12967	282.9996
P02_NLi-sx2	11) SLC1	62.62422	470.1273	91.40839
P02_NLi-sx2	12) SLC2	100.5432	148.1898	253.2677
P02_NLi-sx2	13) SLC3	189.8385	141.5099	77.29845
P03_NLi-dx3	01) g1-imp	5917.91	0.223716	1.43342
P03_NLi-dx3	02) g2	1210.121	0.039199	0.257093
P03_NLi-dx3	03) e2	203.7377	16.40155	12.39225
P03_NLi-dx3	04) e3.1	43.49902	14.78966	8.549312
P03_NLi-dx3	05) e3.2	32.61063	42.14652	24.79976
P03_NLi-dx3	06) q1	3481.881	0.266328	5.077903
P03_NLi-dx3	07) q1	1463.96	0.47345	11.91881
P03_NLi-dx3	08) q3	0.007444	75.57209	5.702066
P03_NLi-dx3	09) q4	0	0	0
P03_NLi-dx3	10) q5-imp	47.82418	20.09512	335.7607
P03_NLi-dx3	11) SLC1	60.44471	470.3955	101.3906
P03_NLi-dx3	12) SLC2	96.41084	148.4567	282.3167
P03_NLi-dx3	13) SLC3	186.9035	141.6064	86.1155
P03_NLi-sx3	01) g1-imp	5910.304	0.054194	1.434014
P03_NLi-sx3	02) g2	1208.875	0.009446	0.257215
P03_NLi-sx3	03) e2	24.74631	14.58896	12.39226
P03_NLi-sx3	04) e3.1	10.1466	15.33104	8.549311
P03_NLi-sx3	05) e3.2	7.581123	43.77212	24.79976
P03_NLi-sx3	06) q1	4175.624	0.196685	10.24787
P03_NLi-sx3	07) q1	96.41683	0.175335	11.91874
P03_NLi-sx3	08) q3	0.009108	76.47042	5.702066
P03_NLi-sx3	09) q4	0	0	0
P03_NLi-sx3	10) q5-imp	48.29427	17.31668	335.7607
P03_NLi-sx3	11) SLC1	60.1195	470.4124	101.3906
P03_NLi-sx3	12) SLC2	95.43771	148.3765	282.3167
P03_NLi-sx3	13) SLC3	185.8601	141.6041	86.1155
P04_NLi-dx4	01) g1-imp	5937.611	0.157209	1.493851
P04_NLi-dx4	02) g2	1221.253	0.026839	0.212339
P04_NLi-dx4	03) e2	23.5281	20.31472	4.870698
P04_NLi-dx4	04) e3.1	10.69194	23.20297	11.43171
P04_NLi-dx4	05) e3.2	8.070274	66.36052	33.34665
P04_NLi-dx4	06) q1	3536.724	0.103153	7.496826
P04_NLi-dx4	07) q1	1653.833	0.145256	12.80641
P04_NLi-dx4	08) q3	0.110102	74.34251	11.43807
P04_NLi-dx4	09) q4	0	0	0
P04_NLi-dx4	10) q5-imp	48.76801	6.79257	321.6375
P04_NLi-dx4	11) SLC1	69.834	462.6128	92.62207
P04_NLi-dx4	12) SLC2	108.301	146.1415	277.0747
P04_NLi-dx4	13) SLC3	199.1639	139.2757	83.86905
P04_NLi-sx4	01) g1-imp	5703.235	0.006977	1.494436
P04_NLi-sx4	02) g2	1171.019	0.001615	0.212459
P04_NLi-sx4	03) e2	147.4713	21.64537	4.87069
P04_NLi-sx4	04) e3.1	76.36894	23.2745	11.43172
P04_NLi-sx4	05) e3.2	57.31345	66.50945	33.34665

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 28 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

P04_NLi-sx4	06) q1	4116.374	0.208711	13.61447
P04_NLi-sx4	07) q1	126.6894	0.153348	12.80634
P04_NLi-sx4	08) q3	0.022675	75.51823	11.43807
P04_NLi-sx4	09) q4	0	0	0
P04_NLi-sx4	10) q5-imp	47.54947	13.28885	321.6375
P04_NLi-sx4	11) SLC1	67.67264	462.2138	92.62207
P04_NLi-sx4	12) SLC2	105.3956	146.0524	277.0747
P04_NLi-sx4	13) SLC3	192.8019	139.1587	83.86905
P05_NLi-dx5	01) g1-imp	7525.226	0.095933	8.910596
P05_NLi-dx5	02) g2	1478.077	0.017393	1.496216
P05_NLi-dx5	03) e2	565.1262	55.85666	6.42965
P05_NLi-dx5	04) e3.1	400.5225	60.19834	12.12585
P05_NLi-dx5	05) e3.2	301.2277	171.9388	30.72836
P05_NLi-dx5	06) q1	5237.931	0.286309	17.4551
P05_NLi-dx5	07) q1	4671.046	0.046243	21.70619
P05_NLi-dx5	08) q3	0.712188	75.27922	16.47225
P05_NLi-dx5	09) q4	0	0	0
P05_NLi-dx5	10) q5-imp	70.81504	10.37001	242.3396
P05_NLi-dx5	11) SLC1	82.70263	459.9357	74.27327
P05_NLi-dx5	12) SLC2	125.1541	147.1503	232.0884
P05_NLi-dx5	13) SLC3	253.9502	138.631	69.95771
P05_NLi-sx5	01) g1-imp	5486.184	0.029447	8.90986
P05_NLi-sx5	02) g2	1133.049	0.004572	1.496068
P05_NLi-sx5	03) e2	122.5612	58.55833	6.429611
P05_NLi-sx5	04) e3.1	34.95909	61.589	12.12583
P05_NLi-sx5	05) e3.2	26.79833	175.9594	30.72834
P05_NLi-sx5	06) q1	3998.488	0.017211	7.778061
P05_NLi-sx5	07) q1	130.1579	0.147156	21.70592
P05_NLi-sx5	08) q3	0.497737	76.14153	16.47225
P05_NLi-sx5	09) q4	0	0	0
P05_NLi-sx5	10) q5-imp	42.40626	5.582132	242.3396
P05_NLi-sx5	11) SLC1	75.61927	462.7252	74.27327
P05_NLi-sx5	12) SLC2	121.9711	146.8834	232.0884
P05_NLi-sx5	13) SLC3	223.7137	139.3707	69.95771

3.1.3 Sollecitazioni della sottostruttura rispetto al baricentro della palificata

SOTTOSTRUTTURA PILA P01-P02-P03-P04-P05

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	11.00 m	dimensione plinto lungo y
Bz	2.50 m	dimensione plinto lungo z
Dz	1.00 m	altezza terreno di ricoprimento

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 29 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

	Fx	Fy	Fz	Mx	My
g1-plinto	0	0	4469	0	0
g2-terreno	0	0	1287	0	0

3.2 COMBINAZIONI DI CARICO

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

MATRICE COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE DEI CARICHI

	S.L.U.													
	q1							q3						
g1-imp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
g1-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
g2-imp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
g2-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
g3-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
e2-imp	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
e3-imp	0.72	-0.72	0.72	-0.72	0.72	-0.72	0.72	-0.72	0.72	-0.72	0.72	-0.72	0.72	-0.72
q1.1-imp	1.35	1.35	1.35	1.35	0	0	0	0	1.01	1.01	1.01	1.01	0	0
q1.2-imp	0	0	0	0	1.35	1.35	1.35	1.35	0	0	0	0	1.01	1.01
q1.1-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
q3-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
q4-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q5-imp	0.90	0.90	-0.90	-0.90	0.90	0.90	-0.90	-0.90	0.90	0.90	-0.90	-0.90	0.90	0.90
q6.1x-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.1y-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.1z-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.1x-sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.2x-sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.2y-sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.2z-sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q7-imp	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90

	S.L.U.													
	q4							q5						
g1-imp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
g1-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
g2-imp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
g2-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
g3-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
e2-imp	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
e3-imp	0.72	-0.72	0.72	-0.72	0.72	-0.72	0.72	-0.72	0.72	-0.72	0.72	-0.72	0.72	-0.72
q1.1-imp	1.01	1.01	1.01	1.01	0	0	0	0	1.01	1.01	1.01	1.01	0	0
q1.2-imp	0	0	0	0	1.01	1.01	1.01	1.01	0	0	0	0	1.01	1.01
q1.1-sp	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
q3-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q4-imp	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	0	0	0	0	0	0
q5-imp	0.90	0.90	-0.90	-0.90	0.90	0.90	-0.90	-0.90	1.50	1.50	-1.50	-1.50	1.50	-1.50
q6.1x-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.1y-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.1z-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.1x-sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.2x-sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.2y-sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.2z-sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q7-imp	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90

	S.L.U.								S.L.V.					
	e3								q6.x		q6.y		q6.z	
g1-imp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1	1	1	1	1
g1-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1	1	1	1	1
g2-imp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1	1	1	1	1
g2-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1	1	1	1	1
g3-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1	1	1	1	1
e2-imp	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1	1	1	1	1	1
e3-imp	1.20	-1.20	1.20	-1.20	1.20	-1.20	1.20	-1.20	0.50	-0.50	0.50	-0.50	0.50	-0.50
q1.1-imp	1.01	1.01	1.01	1.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q1.2-imp	0	0	0	0	1.01	1.01	1.01	1.01	0	0	0	0	0	0
q1.1-sp	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	0	0	0	0	0	0
q3-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q4-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q5-imp	0.90	0.90	-0.90	-0.90	0.90	0.90	-0.90	-0.90	0	0	0	0	0	0
q6.1x-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
q6.1y-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
q6.1z-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
q6.1x-sp	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
q6.2x-sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.2y-sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.2z-sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q7-imp	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60

	S.L.car								S.L.E.								S.L.freq								S.L.gp		
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
g1-imp	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
g1-sp	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
g2-imp	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
g2-sp	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
g3-sp	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
e2-imp	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
e3-imp	0.60	-0.60	0.60	-0.60	0.60	-0.60	0.60	-0.60	0.60	-0.60	0.60	-0.60	0.60	-0.60	0.60	-0.60	0.60	-0.60	0.60	-0.60	0.60	-0.60	0.60	-0.60	0.50	-0.50	0
q1.1-imp	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0	0	0	0	0.75	0.75	0.75	0.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q1.2-imp	0	0	0	0	-0.75	-0.75	-0.75	-0.75	0	0	0	0	-0.75	-0.75	-0.75	-0.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q1-sp	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0
q3-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q4-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q5-imp	0.60	0.60	-0.60	-0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	0.60	0.60	0
q6.1x-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.1y-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.1z-imp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.1x-sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.2x-sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.2y-sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.2z-sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q7-imp	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60

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.

- SLU=combinazione allo stato limite ultime statiche
- SLV=combinazione allo stato limite ultime sismiche
- SLE-C=combinazione allo stato limite di esercizio Caratteristiche
- SLE-F=combinazione allo stato limite di esercizio Frequenti
- SLE-QP=combinazione allo stato limite di esercizio Quasi Permanenti

PILA 01

	SLU1	SLU2	SLU3	SLU4	SLU5	SLU6	SLU7	SLU8	SLU9	SLU10	SLU11	SLU12
Fx	438	669	352	583	438	669	352	584	675	906	590	821
Fy	434	435	-400	-399	437	439	-396	-395	434	435	-400	-398
Fz	25110	25059	25110	25058	22742	22690	22742	22690	23774	23722	23774	23722
Mx	16067	16079	8651	8663	16554	16566	9138	9150	13069	13081	5652	5665
My	3790	5815	3043	5068	3792	5816	3044	5069	5872	7897	5124	7149
	SLU13	SLU14	SLU15	SLU16	SLU17	SLU18	SLU19	SLU20	SLU21	SLU22	SLU23	SLU24
Fx	675	906	590	821	437	669	352	583	438	669	352	583
Fy	437	438	-397	-396	433	434	-401	-400	435	437	-398	-397
Fz	21998	21946	21998	21946	23774	23722	23774	23722	21998	21946	21998	21946
Mx	13434	13446	6017	6030	13057	13070	5641	5653	13423	13435	6006	6018
My	5873	7898	5125	7150	3790	5814	3042	5067	3791	5816	3043	5068
	SLU25	SLU26	SLU27	SLU28	SLU29	SLU30	SLU31	SLU32	SLU33	SLU34	SLU35	SLU36
Fx	466	697	324	555	466	697	324	555	520	906	435	820
Fy	710	712	-679	-677	713	714	-676	-675	433	435	-400	-398
Fz	23774	23722	23774	23722	21998	21946	21998	21946	23912	23826	23912	23826
Mx	15530	15542	3169	3181	15895	15907	3534	3546	13063	13083	5646	5667
My	4039	6064	2793	4818	4040	6065	2794	4819	4517	7892	3769	7144
	SLU37	SLU38	SLU39	SLU40	SLV1	SLV2	SLV3	SLV4	SLV5	SLV6	SLE-C1	SLE-C2
Fx	521	906	435	821	1221	1382	581	742	575	735	343	536
Fy	436	438	-398	-395	139	140	392	393	126	127	291	292
Fz	22136	22049	22135	22049	14794	14758	14794	14758	15005	14969	17701	17658

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 31 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

Mx	13428	13448	6011	6032	1313	1321	3333	3342	1194	1203	9424	9434
My	4518	7893	3770	7145	9898	11304	4840	6246	4776	6182	2978	4666
	SLE-C3	SLE-C4	SLE-C5	SLE-C6	SLE-C7	SLE-C8	SLE-F1	SLE-F2	SLE-F3	SLE-F4	SLE-F5	SLE-F6
Fx	286	479	343	535	286	479	324	517	305	498	324	516
Fy	-265	-264	284	285	-271	-270	105	107	-80	-79	99	100
Fz	17701	17658	13078	13035	13078	13035	17701	17658	17701	17658	13078	13035
Mx	4480	4490	-4224	-4213	-9168	-9158	7776	7786	6128	6138	-5872	-5862
My	2480	4167	2975	4662	2476	4164	2812	4499	2646	4333	2809	4496
	SLE-F7	SLE-F8	SLE-QP1	SLE-QP2								
Fx	305	498	297	458								
Fy	-86	-85	11	12								
Fz	13078	13035	14703	14667								
Mx	-7520	-7510	262	271								
My	2642	4330	2576	3982								

PILA 02

	SLU1	SLU2	SLU3	SLU4	SLU5	SLU6	SLU7	SLU8	SLU9	SLU10	SLU11	SLU12
Fx	355	497	273	415	355	497	273	416	581	723	500	642
Fy	668	677	-496	-487	674	683	-490	-481	668	677	-496	-487
Fz	32048	32041	32048	32041	29463	29456	29463	29456	30457	30450	30457	30450
Mx	20523	20648	5024	5149	22691	22815	7191	7316	17514	17639	2015	2139
My	4755	6683	3649	5576	4758	6685	3651	5578	7825	9752	6718	8645
	SLU13	SLU14	SLU15	SLU16	SLU17	SLU18	SLU19	SLU20	SLU21	SLU22	SLU23	SLU24
Fx	581	723	500	642	355	497	273	415	355	497	273	415
Fy	672	681	-492	-483	665	674	-500	-491	669	678	-495	-486
Fz	28518	28511	28518	28511	30457	30450	30457	30450	28518	28511	28518	28511
Mx	19139	19264	3640	3765	17471	17595	1971	2096	19096	19221	3597	3721
My	7826	9754	6719	8647	4754	6681	3647	5574	4755	6683	3648	5576
	SLU25	SLU26	SLU27	SLU28	SLU29	SLU30	SLU31	SLU32	SLU33	SLU34	SLU35	SLU36
Fx	382	524	246	388	382	524	246	388	406	643	324	561
Fy	1053	1062	-888	-879	1057	1066	-884	-875	668	683	-496	-481
Fz	30457	30450	30456	30450	28518	28511	28518	28511	30475	30464	30475	30463
Mx	22637	22762	-3195	-3070	24262	24387	-1570	-1445	17505	17713	2006	2214
My	5122	7050	3278	5205	5124	7052	3279	5207	5446	8659	4339	7552
	SLU37	SLU38	SLU39	SLU40	SLV1	SLV2	SLV3	SLV4	SLV5	SLV6	SLE-C1	SLE-C2
Fx	406	643	324	561	1532	1631	626	725	622	721	270	388
Fy	672	687	-492	-477	248	254	622	628	230	236	456	464
Fz	28536	28525	28536	28525	19140	19135	19140	19135	19364	19359	22585	22579
Mx	19131	19339	3631	3839	2755	2842	7135	7222	2479	2565	12406	12510
My	5447	8660	4341	7553	17716	19055	7564	8902	7491	8830	3624	5230
	SLE-C3	SLE-C4	SLE-C5	SLE-C6	SLE-C7	SLE-C8	SLE-F1	SLE-F2	SLE-F3	SLE-F4	SLE-F5	SLE-F6
Fx	216	334	269	388	215	333	252	370	234	352	251	370
Fy	-320	-313	437	445	-339	-332	197	205	-62	-54	179	186
Fz	22585	22579	16948	16942	16948	16942	22585	22579	22585	22579	16948	16942
Mx	2073	2177	-2367	-2262	-12699	-12595	8961	9065	5517	5621	-5811	-5707

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 32 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

My 2886 4492 3614 5220 2876 4483 3378 4984 3132 4738 3368 4974

	SLE-F7	SLE-F8	SLE-QP1	SLE-QP2
Fx	233	351	232	331
Fy	-80	-73	59	66
Fz	16948	16942	19044	19040
Mx	-9255	-9151	448	535
My	3122	4729	3106	4445

PILA 03

	SLU1	SLU2	SLU3	SLU4	SLU5	SLU6	SLU7	SLU8	SLU9	SLU10	SLU11	SLU12
Fx	221	260	150	189	221	260	150	190	449	488	378	417
Fy	740	763	-640	-617	744	767	-636	-614	751	774	-630	-607
Fz	34715	34713	34714	34713	32133	32132	32133	32131	32989	32987	32988	32987
Mx	23789	24125	5251	5587	26275	26611	7737	8073	20690	21026	2153	2488
My	2934	3463	1972	2502	2938	3468	1977	2506	6022	6551	5060	5590

	SLU13	SLU14	SLU15	SLU16	SLU17	SLU18	SLU19	SLU20	SLU21	SLU22	SLU23	SLU24
Fx	449	488	378	417	221	260	150	189	221	260	150	189
Fy	754	776	-627	-604	737	760	-643	-621	740	763	-641	-618
Fz	31052	31051	31052	31050	32989	32987	32988	32987	31052	31051	31052	31050
Mx	22555	22891	4017	4353	20504	20840	1966	2302	22368	22704	3831	4167
My	6025	6555	5063	5593	2933	3462	1971	2501	2936	3465	1974	2504

	SLU25	SLU26	SLU27	SLU28	SLU29	SLU30	SLU31	SLU32	SLU33	SLU34	SLU35	SLU36
Fx	245	284	126	165	245	284	127	166	235	300	164	229
Fy	1197	1220	-1103	-1081	1200	1223	-1101	-1078	745	783	-635	-598
Fz	32989	32987	32988	32986	31053	31051	31052	31050	32993	32990	32992	32990
Mx	26683	27019	-4213	-3877	28547	28883	-2348	-2013	20535	21095	1998	2558
My	3253	3783	1651	2180	3256	3786	1654	2183	3123	4006	2162	3044

	SLU37	SLU38	SLU39	SLU40	SLV1	SLV2	SLV3	SLV4	SLV5	SLV6	SLE-C1	SLE-C2
Fx	235	300	164	229	1432	1459	525	552	521	548	157	189
Fy	748	786	-633	-595	220	236	604	619	203	219	498	517
Fz	31056	31054	31056	31053	20707	20706	20707	20706	20935	20934	24446	24445
Mx	22400	22960	3862	4422	3468	3702	8002	8235	3207	3440	14605	14885
My	3126	4009	2165	3047	16362	16730	6188	6556	6117	6484	2086	2527

	SLE-C3	SLE-C4	SLE-C5	SLE-C6	SLE-C7	SLE-C8	SLE-F1	SLE-F2	SLE-F3	SLE-F4	SLE-F5	SLE-F6
Fx	110	142	156	189	109	142	141	174	125	158	141	173
Fy	-422	-403	482	501	-438	-420	191	210	-115	-97	175	194
Fz	24446	24444	18209	18208	18209	18207	24446	24445	24446	24445	18209	18208
Mx	2246	2526	-1377	-1097	-13735	-13456	10485	10765	6366	6646	-5497	-5217
My	1445	1886	2078	2519	1437	1878	1872	2313	1658	2100	1864	2305

	SLE-F7	SLE-F8	SLE-QP1	SLE-QP2
Fx	125	157	130	157
Fy	-132	-113	29	45
Fz	18209	18208	20609	20608
Mx	-9616	-9336	1119	1352
My	1650	2092	1723	2090

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 33 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

PILA 04

	SLU1	SLU2	SLU3	SLU4	SLU5	SLU6	SLU7	SLU8	SLU9	SLU10	SLU11	SLU12
Fx	229	291	191	253	230	291	191	253	454	516	416	478
Fy	727	762	-620	-585	734	769	-613	-578	756	791	-591	-556
Fz	35311	35302	35310	35301	33237	33228	33236	33227	33583	33574	33582	33573
Mx	24046	24593	4517	5064	28064	28612	8535	9082	21438	21986	1909	2456
My	3323	4231	2758	3666	3325	4233	2760	3668	6641	7549	6077	6985
	SLU13	SLU14	SLU15	SLU16	SLU17	SLU18	SLU19	SLU20	SLU21	SLU22	SLU23	SLU24
Fx	454	516	416	478	229	291	191	253	229	291	191	253
Fy	761	796	-586	-551	723	758	-624	-589	728	763	-619	-584
Fz	32028	32018	32026	32017	33583	33574	33582	33573	32027	32018	32026	32017
Mx	24452	25000	4923	5470	20951	21498	1422	1969	23965	24512	4436	4983
My	6643	7551	6079	6986	3322	4229	2757	3665	3323	4231	2759	3667
	SLU25	SLU26	SLU27	SLU28	SLU29	SLU30	SLU31	SLU32	SLU33	SLU34	SLU35	SLU36
Fx	242	304	178	240	242	304	178	240	251	354	213	316
Fy	1172	1207	-1073	-1038	1177	1212	-1068	-1033	735	793	-612	-554
Fz	33584	33575	33581	33572	32028	32019	32026	32017	33608	33592	33606	33591
Mx	27461	28008	-5088	-4541	30475	31022	-2074	-1527	21044	21956	1515	2427
My	3510	4418	2569	3476	3512	4420	2570	3478	3647	5160	3082	4596
	SLU37	SLU38	SLU39	SLU40	SLV1	SLV2	SLV3	SLV4	SLV5	SLV6	SLE-C1	SLE-C2
Fx	252	354	213	316	1479	1521	554	596	548	591	167	218
Fy	740	798	-607	-549	217	241	641	665	212	237	489	518
Fz	32052	32037	32051	32035	21147	21141	21147	21141	21387	21381	24890	24883
Mx	24058	24970	4528	5440	3912	4292	9371	9751	3842	4222	14872	15328
My	3649	5162	3084	4598	18378	19008	7117	7748	7029	7659	2419	3175
	SLE-C3	SLE-C4	SLE-C5	SLE-C6	SLE-C7	SLE-C8	SLE-F1	SLE-F2	SLE-F3	SLE-F4	SLE-F5	SLE-F6
Fx	141	192	166	218	141	192	158	209	150	201	158	209
Fy	-409	-380	467	496	-431	-402	189	218	-110	-81	168	197
Fz	24890	24882	18362	18354	18361	18353	24890	24882	24890	24882	18361	18354
Mx	1853	2309	-1116	-660	-14135	-13679	10532	10988	6193	6649	-5455	-4999
My	2042	2799	2412	3169	2036	2792	2293	3050	2168	2924	2287	3043
	SLE-F7	SLE-F8	SLE-QP1	SLE-QP2								
Fx	149	201	149	192								
Fy	-131	-102	28	53								
Fz	18361	18353	21044	21038								
Mx	-9795	-9339	1465	1845								
My	2161	2918	2160	2791								

PILA 05

	SLU1	SLU2	SLU3	SLU4	SLU5	SLU6	SLU7	SLU8	SLU9	SLU10	SLU11	SLU12
Fx	363	524	356	516	363	524	356	517	591	751	584	744
Fy	566	598	-460	-428	616	647	-410	-378	619	651	-407	-375
Fz	39869	39823	39816	39770	37341	37296	37288	37243	37567	37521	37514	37468
Mx	21475	20756	6521	5801	46813	46093	31858	31139	22081	21362	7127	6407

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 34 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

My	5291	7658	5187	7554	5293	7659	5188	7555	8651	11018	8547	10913
	SLU13	SLU14	SLU15	SLU16	SLU17	SLU18	SLU19	SLU20	SLU21	SLU22	SLU23	SLU24
Fx	591	751	584	744	363	523	356	516	363	524	356	516
Fy	656	688	-369	-337	565	597	-460	-428	603	635	-423	-391
Fz	35671	35626	35618	35573	37567	37521	37514	37468	35671	35625	35618	35573
Mx	41084	40365	26130	25410	21300	20580	6345	5626	40303	39583	25348	24629
My	8652	11019	8548	10914	5291	7657	5186	7553	5292	7659	5187	7554
	SLU25	SLU26	SLU27	SLU28	SLU29	SLU30	SLU31	SLU32	SLU33	SLU34	SLU35	SLU36
Fx	365	526	354	514	366	526	354	514	421	688	414	681
Fy	907	939	-802	-770	945	976	-765	-733	578	631	-447	-394
Fz	37584	37539	37496	37451	35689	35643	35600	35555	37688	37612	37635	37559
Mx	26285	25565	1360	641	45288	44568	20364	19644	21789	20590	6835	5636
My	5326	7692	5152	7518	5327	7693	5153	7519	6140	10085	6036	9981
	SLU37	SLU38	SLU39	SLU40	SLV1	SLV2	SLV3	SLV4	SLV5	SLV6	SLE-C1	SLE-C2
Fx	421	688	414	681	1584	1696	675	786	661	773	279	413
Fy	616	669	-410	-357	221	243	627	649	215	237	384	410
Fz	35792	35717	35739	35664	22851	22820	22852	22820	23122	23090	27894	27856
Mx	40793	39593	25838	24639	12254	11754	17416	16916	12179	11680	15394	14794
My	6142	10086	6037	9982	19968	21612	8879	10523	8703	10347	4073	6045
	SLE-C3	SLE-C4	SLE-C5	SLE-C6	SLE-C7	SLE-C8	SLE-F1	SLE-F2	SLE-F3	SLE-F4	SLE-F5	SLE-F6
Fx	274	408	279	412	274	408	277	411	276	410	277	411
Fy	-300	-274	354	381	-329	-303	156	182	-72	-46	126	153
Fz	27859	27821	19067	19029	19031	18994	27882	27845	27871	27833	19055	19017
Mx	5424	4825	537	-63	-9433	-10032	12071	11471	8747	8148	-2786	-3386
My	4003	5975	4069	6041	4000	5972	4049	6022	4026	5999	4046	6018
	SLE-F7	SLE-F8	SLE-QP1	SLE-QP2								
Fx	276	409	265	376								
Fy	-102	-75	38	60								
Fz	19043	19005	22735	22704								
Mx	-6109	-6709	9917	9417								
My	4023	5995	3860	5503								

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.

NDXi è l'isolatore destro della P0i-esima pila;

NSXi è l'isolatore sinistro della P0i-esima pila;

PILA P01

NLi-dx1

	SLU1	SLU2	SLU3	SLU4	SLU5	SLU6	SLU7	SLU8	SLU9	SLU10	SLU11	SLU12
Fz	10793	10759	10733	10698	8371	8336	8310	8276	9889	9854	9828	9794
Fx	109	-119	164	-64	111	-117	165	-63	229	0	283	55
Fy	-197	-195	189	191	-190	-188	195	197	-197	-194	189	191
V	225	228	250	201	220	222	256	207	301	194	340	199

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 35 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

	SLU13	SLU14	SLU15	SLU16	SLU17	SLU18	SLU19	SLU20	SLU21	SLU22	SLU23	SLU24
Fz	8072	8038	8012	7977	9889	9854	9828	9794	8072	8038	8012	7977
Fx	230	1	284	56	110	-119	164	-64	111	-118	165	-63
Fy	-192	-189	194	196	-197	-195	188	190	-193	-190	193	195
V	299	189	344	204	226	228	249	201	222	224	254	205

	SLU25	SLU26	SLU27	SLU28	SLU29	SLU30	SLU31	SLU32	SLU33	SLU34	SLU35	SLU36
Fz	9909	9875	9808	9773	8093	8058	7991	7957	9982	9924	9921	9863
Fx	91	-137	182	-46	92	-136	183	-45	142	-239	196	-184
Fy	-326	-324	317	319	-321	-319	322	324	-198	-194	188	192
V	339	351	365	322	334	346	370	327	243	308	271	266

	SLU37	SLU38	SLU39	SLU40	SLV1	SLV2	SLV3	SLV4	SLV5	SLV6
Fz	8165	8107	8104	8046	5389	5365	5400	5376	5497	5473
Fx	143	-238	197	-183	469	310	222	63	216	58
Fy	-193	-189	193	196	48	50	150	151	42	43
V	240	304	276	269	471	314	268	164	220	72

NLi-sx1

	SLU1	SLU2	SLU3	SLU4	SLU5	SLU6	SLU7	SLU8	SLU9	SLU10	SLU11	SLU12
Fz	11540	11505	11479	11444	7341	7306	7280	7245	10420	10386	10360	10325
Fx	133	-97	160	-69	133	-97	160	-69	253	23	280	50
Fy	-203	-200	183	185	-190	-188	195	197	-201	-198	185	187
V	242	222	243	198	232	212	253	209	323	200	336	194

	SLU13	SLU14	SLU15	SLU16	SLU17	SLU18	SLU19	SLU20	SLU21	SLU22	SLU23	SLU24
Fz	7271	7237	7210	7176	10420	10386	10360	10325	7271	7236	7210	7176
Fx	253	23	280	50	133	-97	160	-69	133	-97	160	-69
Fy	-192	-189	194	196	-202	-199	184	186	-193	-190	193	195
V	317	191	341	203	242	222	244	199	234	213	251	207

	SLU25	SLU26	SLU27	SLU28	SLU29	SLU30	SLU31	SLU32	SLU33	SLU34	SLU35	SLU36
Fz	10441	10406	10339	10305	7291	7257	7190	7155	10513	10455	10452	10395
Fx	124	-106	170	-60	124	-106	170	-60	165	-218	193	-190
Fy	-330	-328	312	315	-321	-319	322	324	-202	-198	184	187
V	353	345	355	320	344	336	364	329	261	294	266	267

	SLU37	SLU38	SLU39	SLU40	SLV1	SLV2	SLV3	SLV4	SLV5	SLV6
Fz	7364	7306	7303	7245	5295	5271	5307	5283	5403	5379
Fx	165	-218	193	-190	479	319	230	71	225	65
Fy	-193	-189	193	196	48	50	150	151	42	43
V	254	288	273	273	481	323	275	167	229	78

PILA P02

NLi-dx2

	SLU1	SLU2	SLU3	SLU4	SLU5	SLU6	SLU7	SLU8	SLU9	SLU10	SLU11	SLU12
Fz	13062	13056	12990	12984	10630	10624	10558	10552	11989	11983	11916	11911
Fx	70	-70	119	-21	72	-69	120	-20	183	43	232	92
Fy	-291	-280	219	230	-284	-273	226	236	-295	-284	215	225

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 36 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

V	299	289	249	231	293	282	256	237	347	287	316	243
	SLU13	SLU14	SLU15	SLU16	SLU17	SLU18	SLU19	SLU20	SLU21	SLU22	SLU23	SLU24
Fz	10165	10159	10093	10087	11989	11983	11916	11911	10165	10159	10093	10087
Fx	184	44	233	93	70	-70	119	-21	71	-69	120	-20
Fy	-290	-279	220	230	-292	-282	217	228	-287	-277	222	233
V	343	283	321	248	301	290	247	229	296	285	252	234
	SLU25	SLU26	SLU27	SLU28	SLU29	SLU30	SLU31	SLU32	SLU33	SLU34	SLU35	SLU36
Fz	12013	12007	11892	11887	10189	10183	10068	10063	12004	11994	11932	11922
Fx	54	-87	135	-5	55	-86	137	-4	90	-144	139	-95
Fy	-462	-452	387	397	-457	-447	392	402	-294	-276	215	233
V	465	460	410	397	460	455	415	403	307	312	256	252
	SLU37	SLU38	SLU39	SLU40	SLV1	SLV2	SLV3	SLV4	SLV5	SLV6		
Fz	10180	10170	10108	10098	6544	6540	6577	6573	6635	6631		
Fx	91	-143	140	-94	419	322	184	86	179	81		
Fy	-289	-271	220	238	30	38	145	153	20	27		
V	303	307	261	256	420	324	234	175	180	85		

NLi-sx2

	SLU1	SLU2	SLU3	SLU4	SLU5	SLU6	SLU7	SLU8	SLU9	SLU10	SLU11	SLU12
Fz	13814	13807	13742	13736	8949	8942	8877	8870	12506	12499	12434	12427
Fx	76	-66	105	-37	76	-66	105	-37	190	48	219	77
Fy	-312	-301	198	209	-284	-273	226	236	-311	-300	199	210
V	321	308	224	212	294	281	249	239	364	304	296	223
	SLU13	SLU14	SLU15	SLU16	SLU17	SLU18	SLU19	SLU20	SLU21	SLU22	SLU23	SLU24
Fz	8857	8850	8785	8778	12506	12499	12434	12427	8857	8850	8785	8778
Fx	190	48	219	77	76	-66	105	-37	76	-66	105	-37
Fy	-290	-279	220	230	-308	-298	201	212	-287	-277	222	233
V	347	283	310	243	318	305	227	215	297	284	246	236
	SLU25	SLU26	SLU27	SLU28	SLU29	SLU30	SLU31	SLU32	SLU33	SLU34	SLU35	SLU36
Fz	12530	12523	12410	12403	8881	8874	8761	8754	12524	12512	12452	12441
Fx	67	-76	115	-27	67	-76	115	-27	96	-141	125	-112
Fy	-478	-467	371	382	-457	-447	392	402	-310	-292	200	217
V	483	473	388	383	462	453	408	403	324	324	236	244
	SLU37	SLU38	SLU39	SLU40	SLV1	SLV2	SLV3	SLV4	SLV5	SLV6		
Fz	8875	8864	8803	8792	6383	6378	6416	6411	6475	6470		
Fx	96	-141	125	-112	417	318	180	82	175	77		
Fy	-289	-271	220	238	30	38	145	153	20	27		
V	305	305	254	263	418	320	232	173	177	81		

PILA P03

NLi-dx3

	SLU1	SLU2	SLU3	SLU4	SLU5	SLU6	SLU7	SLU8	SLU9	SLU10	SLU11	SLU12
Fz	14642	14634	14556	14548	11918	11910	11832	11824	13467	13459	13381	13373
Fx	9	-29	45	7	10	-28	46	8	122	84	159	120
Fy	-317	-295	287	310	-308	-285	296	319	-328	-305	277	299

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 37 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

V	318	296	290	310	308	287	300	319	350	316	319	323
	SLU13	SLU14	SLU15	SLU16	SLU17	SLU18	SLU19	SLU20	SLU21	SLU22	SLU23	SLU24
Fz	11424	11416	11338	11330	13467	13459	13381	13373	11424	11416	11338	11330
Fx	123	85	159	121	9	-29	45	7	10	-29	46	8
Fy	-321	-298	284	306	-319	-296	285	308	-312	-289	292	315
V	344	310	325	329	319	298	289	308	312	291	296	315
	SLU25	SLU26	SLU27	SLU28	SLU29	SLU30	SLU31	SLU32	SLU33	SLU34	SLU35	SLU36
Fz	13496	13488	13352	13344	11453	11445	11309	11301	13488	13475	13402	13389
Fx	-3	-41	57	19	-2	-41	58	20	14	-50	51	-13
Fy	-521	-498	487	509	-514	-491	494	516	-322	-284	282	320
V	521	500	490	510	514	493	497	517	323	289	286	320
	SLU37	SLU38	SLU39	SLU40	SLV1	SLV2	SLV3	SLV4	SLV5	SLV6		
Fz	11445	11432	11359	11346	7398	7393	7430	7424	7490	7484		
Fx	15	-49	51	-13	368	341	131	104	126	99		
Fy	-315	-278	289	327	55	71	183	199	44	60		
V	316	282	293	327	372	348	225	225	133	116		

NLi-sx3

	SLU1	SLU2	SLU3	SLU4	SLU5	SLU6	SLU7	SLU8	SLU9	SLU10	SLU11	SLU12
Fz	15328	15327	15242	15240	9822	9820	9735	9733	13919	13917	13832	13830
Fx	11	-29	42	2	10	-29	42	2	125	85	156	116
Fy	-338	-315	266	289	-308	-285	296	319	-343	-320	261	284
V	338	317	270	289	308	287	299	319	365	332	304	307
	SLU13	SLU14	SLU15	SLU16	SLU17	SLU18	SLU19	SLU20	SLU21	SLU22	SLU23	SLU24
Fz	9789	9787	9702	9700	13919	13917	13832	13830	9789	9787	9702	9700
Fx	125	85	156	116	10	-29	42	2	10	-30	42	2
Fy	-321	-298	284	306	-335	-312	270	293	-312	-289	292	315
V	344	310	324	328	335	313	273	293	312	291	295	315
	SLU25	SLU26	SLU27	SLU28	SLU29	SLU30	SLU31	SLU32	SLU33	SLU34	SLU35	SLU36
Fz	13948	13946	13803	13801	9818	9816	9673	9671	13924	13921	13837	13834
Fx	0	-40	52	12	0	-40	52	12	16	-50	47	-19
Fy	-536	-513	471	494	-514	-491	494	516	-338	-300	266	304
V	536	515	474	494	514	492	496	517	338	304	271	305
	SLU37	SLU38	SLU39	SLU40	SLV1	SLV2	SLV3	SLV4	SLV5	SLV6		
Fz	9794	9791	9707	9704	7194	7192	7224	7223	7284	7283		
Fx	16	-51	47	-19	366	338	129	102	124	97		
Fy	-315	-278	289	327	55	71	183	199	44	60		
V	316	282	293	327	370	346	225	224	132	114		

PILA P04

NLi-dx4

	SLU1	SLU2	SLU3	SLU4	SLU5	SLU6	SLU7	SLU8	SLU9	SLU10	SLU11	SLU12
Fz	14519	14517	14431	14429	11977	11975	11889	11887	13325	13324	13238	13236
Fx	-44	17	-31	29	-44	17	-32	29	68	128	80	141
Fy	-294	-263	285	315	-287	-256	292	323	-314	-283	265	296

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 38 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

V	297	264	286	317	290	257	294	324	321	311	277	328
	SLU13	SLU14	SLU15	SLU16	SLU17	SLU18	SLU19	SLU20	SLU21	SLU22	SLU23	SLU24
Fz	11419	11417	11331	11329	13325	13323	13237	13236	11419	11417	11331	11329
Fx	68	128	80	141	-44	17	-31	29	-44	17	-31	29
Fy	-309	-278	270	301	-297	-266	282	313	-291	-261	288	318
V	316	306	282	332	300	267	284	314	295	261	289	320
	SLU25	SLU26	SLU27	SLU28	SLU29	SLU30	SLU31	SLU32	SLU33	SLU34	SLU35	SLU36
Fz	13354	13353	13208	13206	11448	11446	11302	11300	13330	13327	13243	13239
Fx	-48	13	-27	33	-48	13	-27	33	-52	49	-40	61
Fy	-490	-459	475	506	-484	-454	481	511	-301	-250	278	329
V	492	459	476	507	487	454	481	512	306	255	281	335
	SLU37	SLU38	SLU39	SLU40	SLV1	SLV2	SLV3	SLV4	SLV5	SLV6		
Fz	11424	11421	11336	11333	7240	7239	7273	7271	7333	7332		
Fx	-52	49	-40	61	311	353	78	120	73	115		
Fy	-296	-245	283	334	55	76	186	207	49	70		
V	300	249	286	340	316	361	202	240	88	135		

NLi-sx4

	SLU1	SLU2	SLU3	SLU4	SLU5	SLU6	SLU7	SLU8	SLU9	SLU10	SLU11	SLU12
Fz	15112	15098	15026	15013	9726	9712	9640	9627	13723	13709	13637	13624
Fx	-50	10	-27	34	-51	10	-27	34	63	123	87	147
Fy	-323	-292	256	287	-287	-256	292	323	-335	-305	244	274
V	327	292	258	289	291	257	293	324	341	329	259	311
	SLU13	SLU14	SLU15	SLU16	SLU17	SLU18	SLU19	SLU20	SLU21	SLU22	SLU23	SLU24
Fz	9683	9670	9598	9584	13723	13709	13637	13624	9683	9670	9598	9584
Fx	63	123	87	147	-51	10	-27	34	-51	10	-27	34
Fy	-309	-278	270	301	-318	-287	261	292	-291	-261	288	318
V	315	304	284	335	322	288	262	294	296	261	289	320
	SLU25	SLU26	SLU27	SLU28	SLU29	SLU30	SLU31	SLU32	SLU33	SLU34	SLU35	SLU36
Fz	13751	13738	13609	13595	9712	9698	9569	9555	13759	13737	13674	13651
Fx	-59	2	-19	42	-59	2	-19	42	-59	42	-35	66
Fy	-511	-480	454	485	-484	-454	481	511	-323	-271	256	308
V	514	480	454	486	488	454	481	513	328	275	259	315
	SLU37	SLU38	SLU39	SLU40	SLV1	SLV2	SLV3	SLV4	SLV5	SLV6		
Fz	9720	9697	9634	9611	7111	7101	7143	7133	7200	7191		
Fx	-59	42	-35	66	309	352	77	119	72	114		
Fy	-296	-245	283	334	55	76	186	207	49	70		
V	302	248	285	341	314	360	201	239	87	134		

PILA P05

NLi-dx5

	SLU1	SLU2	SLU3	SLU4	SLU5	SLU6	SLU7	SLU8	SLU9	SLU10	SLU11	SLU12
Fz	20255	20184	20128	20057	19490	19419	19363	19292	18489	18418	18361	18290
Fx	-90	67	-109	48	-91	66	-109	48	23	179	4	161

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 39 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

Fy	-177	-151	259	286	-171	-145	265	291	-208	-181	229	255
V	199	165	281	290	194	159	287	295	209	255	229	301

	SLU13	SLU14	SLU15	SLU16	SLU17	SLU18	SLU19	SLU20	SLU21	SLU22	SLU23	SLU24
Fz	17915	17844	17787	17716	18488	18417	18360	18289	17914	17843	17786	17715
Fx	22	179	4	160	-90	67	-109	48	-91	66	-109	48
Fy	-203	-177	233	259	-183	-157	253	280	-179	-152	258	284
V	205	252	233	305	204	170	276	284	200	166	280	288

	SLU25	SLU26	SLU27	SLU28	SLU29	SLU30	SLU31	SLU32	SLU33	SLU34	SLU35	SLU36
Fz	18530	18459	18318	18247	17956	17885	17744	17673	18680	18561	18552	18434
Fx	-84	73	-115	42	-84	72	-116	41	-112	149	-131	130
Fy	-328	-302	399	425	-324	-298	403	429	-186	-142	250	294
V	339	311	415	427	335	306	419	431	217	206	283	322

	SLU37	SLU38	SLU39	SLU40	SLV1	SLV2	SLV3	SLV4	SLV5	SLV6
Fz	18106	17987	17978	17860	9830	9780	9866	9817	9954	9904
Fx	-113	149	-131	130	259	368	29	138	23	132
Fy	-182	-137	255	299	67	85	180	199	64	82
V	214	203	287	326	268	378	183	242	68	156

NLi-sx5

	SLU1	SLU2	SLU3	SLU4	SLU5	SLU6	SLU7	SLU8	SLU9	SLU10	SLU11	SLU12
Fz	14544	14538	14468	14462	9322	9316	9245	9240	13195	13190	13119	13113
Fx	-109	51	-99	62	-109	52	-99	62	5	166	15	176
Fy	-211	-185	225	251	-171	-145	265	291	-233	-207	203	229
V	238	192	246	259	203	154	283	298	233	265	204	289

	SLU13	SLU14	SLU15	SLU16	SLU17	SLU18	SLU19	SLU20	SLU21	SLU22	SLU23	SLU24
Fz	9279	9273	9202	9197	13194	13189	13118	13113	9278	9272	9201	9196
Fx	5	166	15	176	-109	51	-99	62	-109	52	-99	62
Fy	-203	-177	233	259	-209	-182	228	254	-179	-152	258	284
V	203	242	233	313	235	189	248	261	209	161	276	291

	SLU25	SLU26	SLU27	SLU28	SLU29	SLU30	SLU31	SLU32	SLU33	SLU34	SLU35	SLU36
Fz	13220	13214	13093	13087	9303	9298	9176	9171	13211	13202	13135	13126
Fx	-112	48	-96	65	-112	48	-96	65	-132	136	-122	146
Fy	-354	-327	373	400	-324	-298	403	429	-211	-167	225	269
V	371	331	385	405	343	302	414	434	249	216	256	306

	SLU37	SLU38	SLU39	SLU40	SLV1	SLV2	SLV3	SLV4	SLV5	SLV6
Fz	9294	9285	9218	9209	6815	6812	6855	6851	6922	6918
Fx	-132	136	-122	146	258	370	26	137	20	132
Fy	-182	-137	255	299	67	85	180	199	64	82
V	224	193	282	333	267	379	182	242	67	156

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 40 di 124
	Nome file: VI08-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.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	438	434	32880	17151	2696
SLU2	669	435	32829	17167	4143
SLU3	352	-400	32880	7651	2162
SLU4	583	-399	32829	7667	3609
SLU5	438	437	30512	17647	2697
SLU6	669	439	30461	17663	4144
SLU7	352	-396	30512	8147	2163
SLU8	584	-395	30461	8162	3610
SLU9	675	434	31544	14154	4184
SLU10	906	435	31493	14169	5631
SLU11	590	-400	31544	4653	3650
SLU12	821	-398	31493	4669	5097
SLU13	675	437	29768	14525	4185
SLU14	906	438	29716	14541	5632
SLU15	590	-397	29768	5025	3650
SLU16	821	-396	29716	5041	5098
SLU17	437	433	31544	14139	2696
SLU18	669	434	31493	14155	4143
SLU19	352	-401	31544	4639	2162
SLU20	583	-400	31493	4654	3609
SLU21	438	435	29768	14511	2697
SLU22	669	437	29716	14526	4144
SLU23	352	-398	29768	5010	2162
SLU24	583	-397	29716	5026	3610
SLU25	466	710	31544	17306	2874
SLU26	697	712	31493	17321	4321
SLU27	324	-679	31544	1472	1984
SLU28	555	-677	31492	1487	3431
SLU29	466	713	29768	17677	2875
SLU30	697	714	29716	17693	4322
SLU31	324	-676	29768	1844	1984
SLU32	555	-675	29716	1859	3431
SLU33	520	433	31682	14145	3216
SLU34	906	435	31596	14171	5627
SLU35	435	-400	31682	4645	2681
SLU36	820	-398	31596	4671	5093
SLU37	521	436	29906	14517	3216
SLU38	906	438	29820	14543	5628
SLU39	435	-398	29906	5017	2682
SLU40	821	-395	29820	5043	5094
SLV1	1221	139	20549	1659	6845
SLV2	1382	140	20513	1670	7850
SLV3	581	392	20549	3586	4097

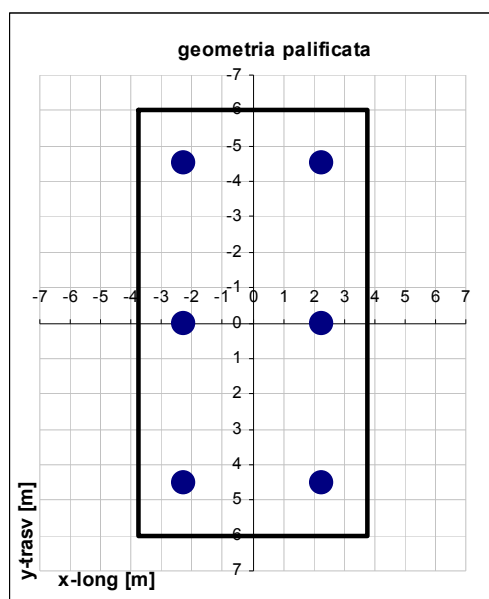
CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 41 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

PILA 1 - Sollecitazione sulla palificata

comb	Fx	Fy	Fz	Mx	My
SLV4	742	393	20514	3597	5102
SLV5	575	126	20761	1510	3339
SLV6	735	127	20725	1520	4344
SLE-C1	343	291	23457	10151	2120
SLE-C2	536	292	23414	10164	3326
SLE-C3	286	-265	23457	3818	1764
SLE-C4	479	-264	23414	3831	2970
SLE-C5	343	284	18834	-3513	2118
SLE-C6	535	285	18791	-3500	3323
SLE-C7	286	-271	18834	-9846	1761
SLE-C8	479	-270	18791	-9833	2967
SLE-F1	324	105	23457	8040	2001
SLE-F2	517	107	23414	8053	3207
SLE-F3	305	-80	23457	5929	1883
SLE-F4	498	-79	23414	5942	3089
SLE-F5	324	99	18834	-5624	1999
SLE-F6	516	100	18791	-5611	3205
SLE-F7	305	-86	18834	-7735	1880
SLE-F8	498	-85	18791	-7722	3086
SLE-QP1	297	11	20459	289	1833
SLE-QP2	458	12	20423	299	2838

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

Geometria della palificata			trasversale	longitudinale
PALO	X	Y	Jxi	Jyi
1	-2.25	-4.50	20.25	5.06
2	-2.25	4.50	20.25	5.06
3	-2.25	0.00	0.00	5.06
4	2.25	-4.50	20.25	5.06
5	2.25	4.50	20.25	5.06
6	2.25	0.00	0.00	5.06



CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 42 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

PALO	SFORZO NORMALE N [kN]						TAGLIO [kN]		
	1	2	3	4	5	6	Vx	Vy	V
SLU1	4727	6633	5680	4327	6233	5280	73	72	103
SLU2	4825	6732	5778	4211	6118	5165	111	72	133
SLU3	5215	6065	5640	4895	5745	5320	59	-67	89
SLU4	5313	6165	5739	4778	5630	5204	97	-66	118
SLU5	4305	6266	5285	3905	5866	4886	73	73	103
SLU6	4403	6365	5384	3789	5751	4770	111	73	133
SLU7	4793	5698	5246	4473	5378	4925	59	-66	88
SLU8	4891	5798	5344	4356	5263	4809	97	-66	117
SLU9	4781	6354	5567	4161	5734	4947	113	72	134
SLU10	4879	6453	5666	4044	5619	4832	151	73	168
SLU11	5269	5786	5528	4728	5246	4987	98	-67	119
SLU12	5367	5886	5626	4612	5131	4871	137	-66	152
SLU13	4464	6078	5271	3844	5458	4651	113	73	134
SLU14	4562	6178	5370	3728	5343	4536	151	73	168
SLU15	4953	5511	5232	4412	4970	4691	98	-66	119
SLU16	5050	5610	5330	4295	4855	4575	137	-66	152
SLU17	4672	6243	5457	4272	5843	5058	73	72	103
SLU18	4769	6342	5556	4156	5728	4942	111	72	133
SLU19	5160	5675	5417	4840	5355	5097	59	-67	89
SLU20	5257	5775	5516	4723	5240	4981	97	-67	118
SLU21	4355	5967	5161	3955	5568	4762	73	73	103
SLU22	4453	6067	5260	3839	5453	4646	111	73	133
SLU23	4843	5400	5122	4523	5080	4801	59	-66	89
SLU24	4941	5499	5220	4406	4965	4685	97	-66	118
SLU25	4509	6432	5470	4083	6006	5044	78	118	142
SLU26	4607	6531	5569	3966	5891	4929	116	119	166
SLU27	5323	5486	5404	5029	5192	5110	54	-113	125
SLU28	5420	5586	5503	4912	5077	4995	92	-113	146
SLU29	4192	6156	5174	3766	5730	4748	78	119	142
SLU30	4290	6256	5273	3650	5616	4633	116	119	166
SLU31	5006	5211	5108	4712	4917	4814	54	-113	125
SLU32	5104	5310	5207	4595	4802	4699	92	-112	146
SLU33	4733	6304	5519	4256	5828	5042	87	72	113
SLU34	4896	6470	5683	4062	5636	4849	151	73	167
SLU35	5221	5737	5479	4824	5340	5082	73	-67	99
SLU36	5384	5903	5643	4629	5148	4889	137	-66	152
SLU37	4416	6029	5223	3940	5553	4746	87	73	113
SLU38	4579	6195	5387	3745	5361	4553	151	73	168
SLU39	4904	5462	5183	4507	5064	4786	73	-66	98
SLU40	5067	5627	5347	4312	4873	4593	137	-66	152
SLV1	3840	4024	3932	2826	3010	2918	204	23	205
SLV2	3908	4093	4000	2745	2930	2837	230	23	231
SLV3	3529	3928	3728	2922	3321	3121	97	65	117
SLV4	3597	3997	3797	2841	3241	3041	124	66	140
SLV5	3624	3791	3707	3129	3297	3213	96	21	98
SLV6	3691	3860	3776	3048	3217	3132	123	21	124
SLE-C1	3503	4630	4067	3188	4316	3752	57	48	75
SLE-C2	3584	4713	4149	3091	4221	3656	89	49	102

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 43 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

PILA 1 - Azioni sui pali

PALO	SFORZO NORMALE N [kN]						TAGLIO [kN]		
	1	2	3	4	5	6	Vx	Vy	V
SLE-C3	3828	4252	4040	3567	3991	3779	48	-44	65
SLE-C4	3909	4335	4122	3469	3895	3682	80	-44	91
SLE-C5	3491	3101	3296	3177	2787	2982	57	47	74
SLE-C6	3572	3184	3378	3080	2691	2886	89	48	101
SLE-C7	3816	2722	3269	3555	2461	3008	48	-45	66
SLE-C8	3898	2805	3352	3458	2366	2912	80	-45	92
SLE-F1	3611	4504	4058	3315	4208	3761	54	18	57
SLE-F2	3692	4587	4140	3217	4112	3665	86	18	88
SLE-F3	3720	4378	4049	3441	4099	3770	51	-13	53
SLE-F4	3801	4461	4131	3343	4004	3674	83	-13	84
SLE-F5	3599	2975	3287	3303	2678	2991	54	17	56
SLE-F6	3681	3057	3369	3206	2583	2894	86	17	88
SLE-F7	3708	2849	3278	3429	2570	3000	51	-14	53
SLE-F8	3789	2931	3360	3332	2474	2903	83	-14	84
SLE-QP1	3530	3562	3546	3258	3290	3274	50	2	50
SLE-QP2	3597	3631	3614	3177	3210	3194	76	2	76

PILA 2 - Sollecitazione sulla palificata

comb	Fx	Fy	Fz	Mx	My
	kN	kN	kN	kNm	kNm
SLU1	355	668	39818	22195	3868
SLU2	497	677	39812	22342	5441
SLU3	273	-496	39818	3784	2966
SLU4	415	-487	39811	3931	4538
SLU5	355	674	37233	24376	3870
SLU6	497	683	37227	24523	5442
SLU7	273	-490	37233	5965	2967
SLU8	416	-481	37226	6112	4540
SLU9	581	668	38227	19184	6372
SLU10	723	677	38220	19332	7944
SLU11	500	-496	38227	774	5469
SLU12	642	-487	38220	921	7041
SLU13	581	672	36288	20820	6373
SLU14	723	681	36281	20968	7945
SLU15	500	-492	36288	2410	5470
SLU16	642	-483	36281	2557	7042
SLU17	355	665	38227	19133	3867
SLU18	497	674	38220	19280	5439
SLU19	273	-500	38227	722	2964
SLU20	415	-491	38220	870	4536
SLU21	355	669	36288	20769	3868
SLU22	497	678	36281	20916	5440
SLU23	273	-495	36288	2358	2965
SLU24	415	-486	36281	2506	4538
SLU25	382	1053	38227	25270	4168
SLU26	524	1062	38220	25417	5740
SLU27	246	-888	38227	-5414	2663

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 44 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

PILA 2 - Sollecitazione sulla palificata

comb	Fx	Fy	Fz	Mx	My
SLU28	388	-879	38220	-5267	4235
SLU29	382	1057	36288	26906	4169
SLU30	524	1066	36282	27053	5741
SLU31	246	-884	36288	-3779	2664
SLU32	388	-875	36281	-3631	4237
SLU33	406	668	38245	19176	4432
SLU34	643	683	38234	19421	7052
SLU35	324	-496	38245	765	3529
SLU36	561	-481	38234	1011	6149
SLU37	406	672	36306	20811	4433
SLU38	643	687	36295	21057	7053
SLU39	324	-492	36306	2401	3530
SLU40	561	-477	36295	2646	6150
SLV1	1532	248	24896	3375	13887
SLV2	1631	254	24891	3477	14978
SLV3	626	622	24896	7523	6984
SLV4	725	628	24891	7625	8076
SLV5	622	230	25119	3053	5937
SLV6	721	236	25115	3155	7029
SLE-C1	270	456	28341	13546	2949
SLE-C2	388	464	28335	13669	4259
SLE-C3	216	-320	28341	1272	2347
SLE-C4	334	-313	28335	1395	3657
SLE-C5	269	437	22704	-1273	2941
SLE-C6	388	445	22698	-1151	4251
SLE-C7	215	-339	22703	-13547	2339
SLE-C8	333	-332	22698	-13424	3649
SLE-F1	252	197	28341	9455	2748
SLE-F2	370	205	28335	9577	4058
SLE-F3	234	-62	28341	5363	2548
SLE-F4	352	-54	28335	5486	3858
SLE-F5	251	179	22704	-5365	2740
SLE-F6	370	186	22698	-5242	4050
SLE-F7	233	-80	22704	-9456	2540
SLE-F8	351	-73	22698	-9333	3850
SLE-QP1	232	59	24800	596	2527
SLE-QP2	331	66	24796	699	3619

PILA 2 - Azioni sui pali

PALO	SFORZO NORMALE N [kN]						TAGLIO [kN]		
	1	2	3	4	5	6	Vx	Vy	V
SLU1	5690	8156	6923	5117	7583	6350	59	111	126
SLU2	5797	8280	7038	4991	7474	6232	83	113	140
SLU3	6646	7066	6856	6206	6627	6417	46	-83	94
SLU4	6753	7190	6971	6081	6518	6299	69	-81	107
SLU5	5138	7846	6492	4565	7273	5919	59	112	127
SLU6	5245	7970	6608	4439	7164	5801	83	114	141
SLU7	6094	6757	6425	5654	6317	5986	46	-82	94

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 45 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

PILA 2 - Azioni sui pali

PALO	SFORZO NORMALE N [kN]						TAGLIO [kN]		
	1	2	3	4	5	6	Vx	Vy	V
SLU8	6201	6880	6541	5529	6208	5868	69	-80	106
SLU9	5777	7909	6843	4833	6965	5899	97	111	148
SLU10	5884	8032	6958	4708	6856	5782	121	113	165
SLU11	6733	6819	6776	5923	6009	5966	83	-83	117
SLU12	6840	6943	6892	5797	5900	5848	107	-81	134
SLU13	5363	7677	6520	4419	6733	5576	97	112	148
SLU14	5471	7800	6635	4294	6623	5458	121	114	166
SLU15	6319	6587	6453	5509	5777	5643	83	-82	117
SLU16	6426	6711	6569	5383	5667	5525	107	-81	134
SLU17	5595	7721	6658	5022	7148	6085	59	111	126
SLU18	5702	7844	6773	4896	7038	5967	83	112	140
SLU19	6551	6631	6591	6111	6192	6152	46	-83	95
SLU20	6658	6754	6706	5986	6082	6034	69	-82	107
SLU21	5181	7488	6335	4608	6915	5762	59	112	126
SLU22	5288	7612	6450	4482	6806	5644	83	113	140
SLU23	6137	6399	6268	5697	5959	5828	46	-83	94
SLU24	6244	6522	6383	5572	5850	5711	69	-81	107
SLU25	5276	8084	6680	4659	7466	6062	64	176	187
SLU26	5383	8207	6795	4533	7357	5945	87	177	197
SLU27	6869	6268	6568	6475	5873	6174	41	-148	154
SLU28	6976	6391	6684	6349	5764	6056	65	-146	160
SLU29	4862	7852	6357	4244	7234	5739	64	176	187
SLU30	4969	7975	6472	4119	7125	5622	87	178	198
SLU31	6455	6035	6245	6061	5641	5851	41	-147	153
SLU32	6562	6159	6361	5935	5531	5733	65	-146	159
SLU33	5637	7768	6702	4981	7111	6046	68	111	130
SLU34	5816	7974	6895	4771	6929	5850	107	114	156
SLU35	6593	6678	6636	6070	6155	6113	54	-83	99
SLU36	6772	6884	6828	5861	5973	5917	94	-80	123
SLU37	5223	7536	6379	4566	6879	5723	68	112	131
SLU38	5402	7741	6572	4357	6697	5527	107	115	157
SLU39	6179	6446	6313	5656	5923	5790	54	-82	98
SLU40	6358	6652	6505	5447	5741	5594	94	-80	123
SLV1	4990	5365	5178	2933	3308	3121	255	41	259
SLV2	5065	5451	5258	2846	3232	3039	272	42	275
SLV3	4249	5085	4667	3214	4050	3632	104	104	147
SLV4	4323	5170	4747	3127	3974	3550	121	105	160
SLV5	4457	4796	4626	3577	3916	3747	104	38	110
SLV6	4531	4882	4706	3490	3840	3665	120	39	126
SLE-C1	4189	5694	4942	3752	5258	4505	45	76	88
SLE-C2	4279	5797	5038	3648	5166	4407	65	77	101
SLE-C3	4827	4968	4897	4479	4620	4550	36	-53	64
SLE-C4	4916	5071	4993	4374	4529	4452	56	-52	76
SLE-C5	4073	3931	4002	3637	3495	3566	45	73	86
SLE-C6	4162	4034	4098	3532	3404	3468	65	74	98
SLE-C7	4710	3205	3957	4363	2858	3611	36	-57	67
SLE-C8	4799	3307	4053	4258	2767	3513	56	-55	78
SLE-F1	4402	5452	4927	3995	5045	4520	42	33	53

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 46 di 124
	Nome file: VI08-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

PILA 2 - Azioni sui pali

PALO	SFORZO NORMALE N [kN]						TAGLIO [kN]		
	1	2	3	4	5	6	Vx	Vy	V
SLE-F2	4491	5555	5023	3890	4954	4422	62	34	71
SLE-F3	4614	5210	4912	4237	4833	4535	39	-10	40
SLE-F4	4703	5313	5008	4132	4742	4437	59	-9	59
SLE-F5	4285	3689	3987	3879	3283	3581	42	30	51
SLE-F6	4374	3792	4083	3774	3192	3483	62	31	69
SLE-F7	4497	3447	3972	4121	3070	3596	39	-13	41
SLE-F8	4587	3550	4068	4016	2979	3498	59	-12	60
SLE-QP1	4287	4354	4321	3913	3979	3946	39	10	40
SLE-QP2	4362	4439	4401	3826	3903	3865	55	11	56

PILA 3 - Sollecitazione sulla palificata

comb	Fx	Fy	Fz	Mx	My
	kN	kN	kN	kNm	kNm
SLU1	221	740	42485	25640	2381
SLU2	260	763	42483	26032	2813
SLU3	150	-640	42484	3651	1597
SLU4	189	-617	42483	4043	2029
SLU5	221	744	39903	28135	2385
SLU6	260	767	39902	28528	2817
SLU7	150	-636	39903	6146	1601
SLU8	190	-614	39901	6539	2032
SLU9	449	751	40759	22568	4900
SLU10	488	774	40757	22960	5332
SLU11	378	-630	40758	579	4116
SLU12	417	-607	40757	971	4547
SLU13	449	754	38823	24439	4902
SLU14	488	776	38821	24832	5334
SLU15	378	-627	38822	2450	4118
SLU16	417	-604	38821	2843	4550
SLU17	221	737	40759	22347	2380
SLU18	260	760	40757	22739	2812
SLU19	150	-643	40758	358	1596
SLU20	189	-621	40757	750	2028
SLU21	221	740	38823	24218	2383
SLU22	260	763	38821	24611	2815
SLU23	150	-641	38822	2229	1599
SLU24	189	-618	38821	2622	2031
SLU25	245	1197	40759	29676	2642
SLU26	284	1220	40757	30069	3074
SLU27	126	-1103	40758	-6972	1335
SLU28	165	-1081	40757	-6579	1766
SLU29	245	1200	38823	31548	2644
SLU30	284	1223	38821	31941	3076
SLU31	127	-1101	38822	-5100	1337
SLU32	166	-1078	38820	-4708	1769
SLU33	235	745	40763	22398	2536
SLU34	300	783	40760	23053	3255

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 47 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

PILA 3 - Sollecitazione sulla palificata

comb	Fx	Fy	Fz	Mx	My
SLU35	164	-635	40762	409	1751
SLU36	229	-598	40760	1064	2471
SLU37	235	748	38827	24270	2538
SLU38	300	786	38824	24924	3258
SLU39	164	-633	38826	2281	1754
SLU40	229	-595	38824	2935	2474
SLV1	1432	220	26463	4019	12781
SLV2	1459	236	26462	4291	13081
SLV3	525	604	26463	8319	5863
SLV4	552	619	26462	8591	6163
SLV5	521	203	26690	3714	4814
SLV6	548	219	26689	3987	5114
SLE-C1	157	498	30202	15850	1693
SLE-C2	189	517	30201	16177	2053
SLE-C3	110	-422	30201	1191	1170
SLE-C4	142	-403	30200	1518	1530
SLE-C5	156	482	23965	-172	1687
SLE-C6	189	501	23964	155	2047
SLE-C7	109	-438	23964	-14832	1164
SLE-C8	142	-420	23963	-14505	1524
SLE-F1	141	191	30202	10964	1519
SLE-F2	174	210	30200	11291	1879
SLE-F3	125	-115	30202	6077	1345
SLE-F4	158	-97	30200	6404	1705
SLE-F5	141	175	23965	-5059	1513
SLE-F6	173	194	23963	-4732	1872
SLE-F7	125	-132	23965	-9945	1338
SLE-F8	157	-113	23963	-9618	1698
SLE-QP1	130	29	26365	1192	1397
SLE-QP2	157	45	26364	1464	1697

PILA 3 - Azioni sui pali

PALO	SFORZO NORMALE N [kN]						TAGLIO [kN]		
	1	2	3	4	5	6	Vx	Vy	V
SLU1	5833	8682	7257	5480	8329	6904	37	123	129
SLU2	5843	8735	7289	5426	8318	6872	43	127	134
SLU3	6996	7402	7199	6760	7165	6962	25	-107	110
SLU4	7006	7455	7231	6706	7155	6930	32	-103	108
SLU5	5264	8390	6827	4911	8037	6474	37	124	129
SLU6	5274	8444	6859	4857	8027	6442	43	128	135
SLU7	6428	7110	6769	6190	6873	6532	25	-106	109
SLU8	6437	7164	6801	6136	6863	6500	32	-102	107
SLU9	5902	8410	7156	5176	7684	6430	75	125	146
SLU10	5912	8463	7188	5122	7674	6398	81	129	152
SLU11	7066	7130	7098	6456	6520	6488	63	-105	122
SLU12	7076	7184	7130	6402	6510	6456	69	-101	123
SLU13	5476	8191	6834	4750	7465	6107	75	126	146
SLU14	5486	8245	6865	4696	7455	6075	81	129	153

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 48 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

PILA 3 - Azioni sui pali

PALO	SFORZO NORMALE N [kN]						TAGLIO [kN]		
	1	2	3	4	5	6	Vx	Vy	V
SLU15	6639	6912	6775	6029	6301	6165	63	-104	122
SLU16	6649	6965	6807	5975	6291	6133	70	-101	122
SLU17	5728	8211	6969	5375	7858	6617	37	123	128
SLU18	5738	8264	7001	5321	7848	6585	43	127	134
SLU19	6891	6931	6911	6655	6695	6675	25	-107	110
SLU20	6901	6985	6943	6601	6684	6643	32	-103	108
SLU21	5301	7992	6647	4948	7639	6294	37	123	129
SLU22	5311	8046	6679	4894	7629	6262	43	127	134
SLU23	6465	6713	6589	6228	6476	6352	25	-107	110
SLU24	6475	6766	6621	6174	6465	6320	32	-103	108
SLU25	5340	8638	6989	4949	8246	6597	41	200	204
SLU26	5350	8691	7021	4895	8236	6565	47	203	209
SLU27	7279	6505	6892	7081	6307	6694	21	-184	185
SLU28	7289	6558	6924	7027	6296	6662	28	-180	182
SLU29	4914	8419	6666	4522	8027	6275	41	200	204
SLU30	4924	8473	6698	4468	8017	6242	47	204	209
SLU31	6853	6286	6569	6655	6088	6371	21	-183	185
SLU32	6863	6340	6601	6601	6077	6339	28	-180	182
SLU33	5737	8226	6982	5362	7850	6606	39	124	130
SLU34	5754	8315	7035	5272	7833	6552	50	131	140
SLU35	6901	6946	6923	6641	6687	6664	27	-106	109
SLU36	6917	7035	6976	6551	6669	6610	38	-100	107
SLU37	5311	8007	6659	4935	7631	6283	39	125	131
SLU38	5327	8097	6712	4845	7614	6229	50	131	140
SLU39	6474	6728	6601	6214	6468	6341	27	-105	109
SLU40	6491	6817	6654	6124	6450	6287	38	-99	106
SLV1	5134	5580	5357	3240	3687	3464	239	37	242
SLV2	5141	5618	5379	3203	3680	3441	243	39	246
SLV3	4383	5307	4845	3514	4438	3976	88	101	133
SLV4	4390	5344	4867	3476	4431	3954	92	103	138
SLV5	4599	5011	4805	3885	4298	4092	87	34	93
SLV6	4606	5049	4827	3848	4291	4069	91	36	98
SLE-C1	4279	6040	5159	4028	5789	4908	26	83	87
SLE-C2	4287	6084	5186	3983	5780	4881	32	86	92
SLE-C3	5054	5186	5120	4881	5013	4947	18	-70	73
SLE-C4	5062	5231	5147	4836	5004	4920	24	-67	71
SLE-C5	4129	4110	4119	3879	3860	3869	26	80	84
SLE-C6	4137	4154	4146	3834	3851	3842	31	83	89
SLE-C7	4904	3256	4080	4732	3084	3908	18	-73	75
SLE-C8	4913	3301	4107	4687	3075	3881	24	-70	74
SLE-F1	4537	5755	5146	4312	5530	4921	24	32	40
SLE-F2	4545	5800	5173	4267	5521	4894	29	35	45
SLE-F3	4796	5471	5133	4596	5272	4934	21	-19	28
SLE-F4	4804	5515	5160	4551	5263	4907	26	-16	31
SLE-F5	4387	3825	4106	4163	3601	3882	23	29	37
SLE-F6	4395	3870	4133	4118	3592	3855	29	32	43
SLE-F7	4646	3541	4093	4447	3342	3895	21	-22	30
SLE-F8	4654	3585	4120	4402	3334	3868	26	-19	32

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 49 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

PILA 3 - Azioni sui pali

PALO	SFORZO NORMALE N [kN]						TAGLIO [kN]		
	1	2	3	4	5	6	Vx	Vy	V
SLE-QP1	4432	4564	4498	4225	4357	4291	22	5	22
SLE-QP2	4438	4601	4520	4187	4350	4268	26	7	27

PILA 4 - Sollecitazione sulla palificata

comb	Fx	Fy	Fz	Mx	My
	kN	kN	kN	kNm	kNm
SLU1	229	727	43082	25863	2749
SLU2	291	762	43073	26498	3503
SLU3	191	-620	43080	2967	2280
SLU4	253	-585	43071	3601	3034
SLU5	230	734	41007	29899	2751
SLU6	291	769	40998	30533	3505
SLU7	191	-613	41006	7002	2282
SLU8	253	-578	40997	7637	3036
SLU9	454	756	41354	23328	5506
SLU10	516	791	41344	23963	6260
SLU11	416	-591	41352	432	5037
SLU12	478	-556	41343	1066	5791
SLU13	454	761	39798	26355	5507
SLU14	516	796	39789	26989	6261
SLU15	416	-586	39796	3458	5038
SLU16	478	-551	39787	4093	5792
SLU17	229	723	41353	22759	2748
SLU18	291	758	41344	23393	3502
SLU19	191	-624	41352	-138	2279
SLU20	253	-589	41343	496	3033
SLU21	229	728	39798	25785	2750
SLU22	291	763	39789	26420	3504
SLU23	191	-619	39796	2889	2281
SLU24	253	-584	39787	3523	3035
SLU25	242	1172	41354	30391	2905
SLU26	304	1207	41345	31025	3659
SLU27	178	-1073	41352	-7770	2123
SLU28	240	-1038	41343	-7136	2877
SLU29	242	1177	39798	33418	2906
SLU30	304	1212	39789	34052	3660
SLU31	178	-1068	39796	-4744	2124
SLU32	240	-1033	39787	-4109	2878
SLU33	251	735	41378	22882	3019
SLU34	354	793	41363	23939	4276
SLU35	213	-612	41377	-15	2550
SLU36	316	-554	41361	1042	3807
SLU37	252	740	39822	25909	3020
SLU38	354	798	39807	26966	4277
SLU39	213	-607	39821	3012	2551
SLU40	316	-549	39806	4069	3808
SLV1	1479	217	26903	4453	14681

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 50 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

PILA 4 - Sollecitazione sulla palificata

comb	Fx	Fy	Fz	Mx	My
SLV2	1521	241	26896	4894	15205
SLV3	554	641	26903	9700	6744
SLV4	596	665	26897	10140	7268
SLV5	548	212	27143	4373	5658
SLV6	591	237	27137	4813	6182
SLE-C1	167	489	30646	16094	2002
SLE-C2	218	518	30639	16623	2630
SLE-C3	141	-409	30645	830	1689
SLE-C4	192	-380	30638	1358	2318
SLE-C5	166	467	24117	53	1997
SLE-C6	218	496	24110	581	2625
SLE-C7	141	-431	24116	-15212	1684
SLE-C8	192	-402	24109	-14683	2312
SLE-F1	158	189	30646	11006	1898
SLE-F2	209	218	30638	11535	2526
SLE-F3	150	-110	30646	5918	1793
SLE-F4	201	-81	30638	6446	2422
SLE-F5	158	168	24117	-5036	1892
SLE-F6	209	197	24109	-4507	2521
SLE-F7	149	-131	24117	-10124	1788
SLE-F8	201	-102	24109	-9595	2417
SLE-QP1	149	28	26800	1536	1787
SLE-QP2	192	53	26794	1977	2311

PILA 4 - Azioni sui pali

SFORZO NORMALE N [kN]

TAGLIO [kN]

PALO	1	2	3	4	5	6	Vx	Vy	V
SLU1	5947	8821	7384	5540	8414	6977	38	121	127
SLU2	5966	8910	7438	5447	8391	6919	48	127	136
SLU3	7184	7514	7349	6846	7176	7011	32	-103	108
SLU4	7203	7603	7403	6754	7154	6954	42	-98	106
SLU5	5377	8699	7038	4970	8292	6631	38	122	128
SLU6	5396	8789	7093	4877	8270	6573	49	128	137
SLU7	6614	7392	7003	6276	7054	6665	32	-102	107
SLU8	6633	7482	7058	6184	7032	6608	42	-96	105
SLU9	6004	8596	7300	5188	7780	6484	76	126	147
SLU10	6023	8686	7354	5096	7758	6427	86	132	157
SLU11	7241	7289	7265	6495	6543	6519	69	-99	120
SLU12	7260	7379	7319	6402	6521	6462	80	-93	122
SLU13	5577	8505	7041	4761	7689	6225	76	127	148
SLU14	5596	8595	7095	4668	7667	6168	86	133	158
SLU15	6814	7198	7006	6067	6452	6260	69	-98	120
SLU16	6833	7288	7060	5975	6430	6202	80	-92	122
SLU17	5831	8360	7096	5424	7953	6689	38	120	126
SLU18	5851	8450	7150	5332	7931	6631	48	126	135
SLU19	7069	7053	7061	6731	6716	6723	32	-104	109
SLU20	7088	7143	7115	6638	6693	6666	42	-98	107
SLU21	5404	8269	6837	4997	7862	6429	38	121	127

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 51 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

PILA 4 - Azioni sui pali

PALO	SFORZO NORMALE N [kN]						TAGLIO [kN]		
	1	2	3	4	5	6	Vx	Vy	V
SLU22	5423	8359	6891	4904	7840	6372	48	127	136
SLU23	6641	6962	6802	6303	6624	6464	32	-103	108
SLU24	6660	7052	6856	6211	6602	6406	42	-97	106
SLU25	5419	8796	7107	4989	8366	6677	40	195	199
SLU26	5438	8885	7162	4896	8343	6620	51	201	207
SLU27	7481	6618	7049	7166	6303	6735	30	-179	181
SLU28	7500	6707	7104	7074	6281	6677	40	-173	178
SLU29	4992	8705	6848	4561	8274	6418	40	196	200
SLU30	5011	8794	6903	4469	8252	6360	51	202	208
SLU31	7054	6526	6790	6739	6212	6475	30	-178	180
SLU32	7073	6616	6844	6646	6190	6418	40	-172	177
SLU33	5849	8391	7120	5402	7944	6673	42	123	129
SLU34	5881	8540	7211	5247	7907	6577	59	132	145
SLU35	7086	7084	7085	6708	6706	6707	36	-102	108
SLU36	7118	7233	7176	6554	6670	6612	53	-92	106
SLU37	5421	8300	6861	4974	7853	6413	42	123	130
SLU38	5453	8449	6951	4820	7816	6318	59	133	146
SLU39	6658	6993	6826	6281	6615	6448	36	-101	107
SLU40	6690	7142	6916	6126	6578	6352	53	-91	105
SLV1	5324	5819	5571	3149	3644	3396	246	36	249
SLV2	5337	5881	5609	3085	3628	3356	254	40	257
SLV3	4445	5522	4983	3445	4523	3984	92	107	141
SLV4	4458	5584	5021	3381	4508	3944	99	111	149
SLV5	4700	5186	4943	3862	4348	4105	91	35	98
SLV6	4713	5248	4981	3797	4332	4065	98	39	106
SLE-C1	4362	6150	5256	4065	5854	4959	28	81	86
SLE-C2	4378	6225	5301	3988	5835	4912	36	86	94
SLE-C3	5187	5279	5233	4936	5029	4982	24	-68	72
SLE-C4	5202	5353	5278	4859	5010	4935	32	-63	71
SLE-C5	4165	4170	4167	3869	3875	3872	28	78	83
SLE-C6	4180	4245	4213	3792	3856	3824	36	83	90
SLE-C7	4989	3299	4144	4740	3050	3895	23	-72	76
SLE-C8	5005	3374	4189	4663	3031	3847	32	-67	74
SLE-F1	4637	5860	5248	4356	5579	4967	26	32	41
SLE-F2	4653	5934	5293	4278	5560	4919	35	36	50
SLE-F3	4912	5569	5240	4646	5304	4975	25	-18	31
SLE-F4	4928	5644	5286	4569	5285	4927	33	-13	36
SLE-F5	4439	3880	4160	4159	3600	3879	26	28	38
SLE-F6	4455	3955	4205	4082	3581	3832	35	33	48
SLE-F7	4714	3589	4152	4449	3325	3887	25	-22	33
SLE-F8	4730	3664	4197	4372	3306	3839	33	-17	38
SLE-QP1	4514	4684	4599	4249	4420	4334	25	5	25
SLE-QP2	4527	4747	4637	4185	4404	4294	32	9	33

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 52 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

PILA 5 - Sollecitazione sulla palificata

comb	Fx	Fy	Fz	Mx	My
	kN	kN	kN	kNm	kNm
SLU1	363	566	47639	22890	4383
SLU2	524	598	47593	22250	6349
SLU3	356	-460	47586	5372	4297
SLU4	516	-428	47541	4732	6263
SLU5	363	616	45111	48352	4385
SLU6	524	647	45066	47712	6350
SLU7	356	-410	45058	30834	4298
SLU8	517	-378	45013	30194	6264
SLU9	591	619	45337	23628	7174
SLU10	751	651	45292	22988	9140
SLU11	584	-407	45284	6110	7087
SLU12	744	-375	45239	5470	9053
SLU13	591	656	43441	42725	7175
SLU14	751	688	43396	42085	9141
SLU15	584	-369	43388	25207	7088
SLU16	744	-337	43343	24567	9054
SLU17	363	565	45337	22713	4383
SLU18	523	597	45291	22073	6349
SLU19	356	-460	45284	5195	4296
SLU20	516	-428	45238	4555	6262
SLU21	363	603	43441	41810	4384
SLU22	524	635	43396	41170	6350
SLU23	356	-423	43388	24292	4297
SLU24	516	-391	43343	23652	6263
SLU25	365	907	45354	28553	4412
SLU26	526	939	45309	27913	6378
SLU27	354	-802	45266	-644	4267
SLU28	514	-770	45221	-1284	6233
SLU29	366	945	43459	47649	4413
SLU30	526	976	43413	47009	6379
SLU31	354	-765	43371	18452	4268
SLU32	514	-733	43325	17812	6234
SLU33	421	578	45458	23235	5089
SLU34	688	631	45383	22168	8365
SLU35	414	-447	45405	5717	5002
SLU36	681	-394	45330	4650	8278
SLU37	421	616	43563	42331	5090
SLU38	688	669	43487	41265	8366
SLU39	414	-410	43510	24813	5003
SLU40	681	-357	43434	23747	8279
SLV1	1584	221	28607	12807	16007
SLV2	1696	243	28576	12362	17372
SLV3	675	627	28608	17803	8218
SLV4	786	649	28576	17359	9583
SLV5	661	215	28878	12717	7050
SLV6	773	237	28846	12273	8415
SLE-C1	279	384	33650	16353	3375
SLE-C2	413	410	33612	15819	5013

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 53 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

PILA 5 - Sollecitazione sulla palificata

comb	Fx	Fy	Fz	Mx	My
	kN	kN	kN	kNm	kNm
SLE-C3	274	-300	33615	4674	3317
SLE-C4	408	-274	33577	4141	4955
SLE-C5	279	354	24822	1423	3372
SLE-C6	412	381	24785	889	5010
SLE-C7	274	-329	24787	-10256	3314
SLE-C8	408	-303	24749	-10790	4953
SLE-F1	277	156	33638	12460	3356
SLE-F2	411	182	33600	11926	4994
SLE-F3	276	-72	33626	8567	3337
SLE-F4	410	-46	33589	8033	4975
SLE-F5	277	126	24811	-2470	3353
SLE-F6	411	153	24773	-3004	4991
SLE-F7	276	-102	24799	-6363	3334
SLE-F8	409	-75	24761	-6897	4972
SLE-QP1	265	38	28491	10012	3198
SLE-QP2	376	60	28460	9568	4563

PILA 5 - Azioni sui pali

PALO	SFORZO NORMALE N [kN]						TAGLIO [kN]		
	1	2	3	4	5	6	Vx	Vy	V
SLU1	6993	9536	8265	6343	8887	7615	61	94	112
SLU2	7166	9639	8403	6226	8698	7462	87	100	132
SLU3	7951	8548	8249	7314	7911	7613	59	-77	97
SLU4	8124	8650	8387	7197	7722	7460	86	-71	112
SLU5	5157	10530	7843	4508	9880	7194	61	103	119
SLU6	5331	10632	7981	4390	9691	7041	87	108	139
SLU7	6115	9541	7828	5478	8904	7191	59	-68	91
SLU8	6289	9644	7966	5361	8716	7038	86	-63	107
SLU9	6775	9400	8088	5712	8337	7025	98	103	143
SLU10	6949	9503	8226	5594	8149	6872	125	108	166
SLU11	7733	8412	8072	6683	7362	7022	97	-68	119
SLU12	7906	8514	8210	6565	7173	6869	124	-62	139
SLU13	5398	10145	7772	4335	9082	6709	98	109	147
SLU14	5572	10248	7910	4218	8894	6556	125	115	170
SLU15	6356	9157	7756	5306	8107	6706	97	-62	115
SLU16	6530	9259	7895	5188	7918	6553	124	-56	136
SLU17	6619	9143	7881	5970	8493	7231	61	94	112
SLU18	6793	9245	8019	5852	8305	7078	87	100	132
SLU19	7577	8154	7866	6940	7518	7229	59	-77	97
SLU20	7751	8257	8004	6823	7329	7076	86	-71	112
SLU21	5242	9888	7565	4593	9238	6915	61	100	117
SLU22	5416	9990	7703	4475	9049	6762	87	106	137
SLU23	6200	8899	7550	5564	8263	6913	59	-70	92
SLU24	6374	9002	7688	5446	8074	6760	86	-65	108
SLU25	6300	9472	7886	5646	8819	7232	61	151	163
SLU26	6473	9575	8024	5528	8630	7079	88	157	179
SLU27	7896	7825	7860	7264	7192	7228	59	-134	146

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 54 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

PILA 5 - Azioni sui pali

PALO	SFORZO NORMALE N [kN]						TAGLIO [kN]		
	1	2	3	4	5	6	Vx	Vy	V
SLU28	8070	7927	7999	7146	7004	7075	86	-128	154
SLU29	4923	10217	7570	4269	9563	6916	61	157	169
SLU30	5096	10320	7708	4151	9375	6763	88	163	185
SLU31	6519	8570	7545	5887	7937	6912	59	-127	140
SLU32	6693	8672	7683	5770	7749	6759	86	-122	149
SLU33	6662	9244	7953	5909	8490	7199	70	96	119
SLU34	6952	9415	8183	5713	8176	6944	115	105	156
SLU35	7620	8256	7938	6879	7515	7197	69	-75	102
SLU36	7910	8426	8168	6683	7200	6942	113	-66	131
SLU37	5286	9989	7637	4532	9235	6883	70	103	124
SLU38	5575	10160	7868	4336	8921	6628	115	111	160
SLU39	6244	9001	7622	5503	8260	6881	69	-68	97
SLU40	6533	9172	7852	5306	7945	6626	113	-59	128
SLV1	5242	6665	5954	2871	4294	3582	264	37	267
SLV2	5363	6736	6049	2789	4163	3476	283	41	286
SLV3	4388	6366	5377	3170	5148	4159	112	104	153
SLV4	4508	6437	5473	3088	5017	4053	131	108	170
SLV5	4629	6042	5335	3584	4997	4291	110	36	116
SLV6	4749	6113	5431	3503	4866	4184	129	40	135
SLE-C1	4950	6767	5858	4450	6267	5358	47	64	79
SLE-C2	5095	6852	5973	4352	6110	5231	69	68	97
SLE-C3	5589	6108	5848	5097	5616	5357	46	-50	68
SLE-C4	5733	6193	5963	4999	5459	5229	68	-46	82
SLE-C5	4308	4466	4387	3808	3966	3887	46	59	75
SLE-C6	4453	4551	4502	3710	3809	3760	69	63	94
SLE-C7	4946	3807	4377	4455	3316	3886	46	-55	71
SLE-C8	5091	3892	4492	4357	3159	3758	68	-50	85
SLE-F1	5163	6547	5855	4666	6050	5358	46	26	53
SLE-F2	5307	6633	5970	4568	5893	5230	69	30	75
SLE-F3	5376	6327	5852	4881	5833	5357	46	-12	48
SLE-F4	5520	6413	5967	4783	5676	5230	68	-8	69
SLE-F5	4521	4246	4383	4024	3750	3887	46	21	51
SLE-F6	4665	4332	4499	3926	3592	3759	68	25	73
SLE-F7	4734	4027	4380	4240	3533	3886	46	-17	49
SLE-F8	4878	4112	4495	4142	3375	3759	68	-13	69
SLE-QP1	4429	5542	4985	3955	5068	4512	44	6	45
SLE-QP2	4550	5613	5081	3874	4937	4405	63	10	63

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 55 di 124
	Nome file: VI08-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

Si riporta ora un prospetto riepilogativo delle sollecitazioni più significative agenti sui pali per l'SLU e l'SLV:

STATICA-SLV				
	Nmax	Nmin	Nmedio	Vmax
P01	6732	3650	5480	168
P02	8280	4119	6636	198
P03	8735	4468	7081	209
P04	8910	4469	7180	208
P05	10632	4151	7940	185
max/min	10632	4469	7940	209

SISMICA-SLV				
	Nmax	Nmin	Nmedio	Vmax
P01	4093	2745	3460	231
P02	5451	2846	4187	275
P03	5618	3203	4448	246
P04	5881	3085	4524	257
P05	6736	2789	4813	286
max/min	6736	3203	4813	286

SLE_Caratteristica				
	Nmax	Nmin	Vmax	
P01	4713	2366	102	
P02	5797	2767	101	
P03	6084	3075	92	
P04	6225	3031	94	
P05	6852	3159	97	
max/min	6852	2366	102	

SLE_Frequente				
	Nmax	Nmin	Vmax	
P01	4587	2474	88	
P02	5555	2979	71	
P03	5800	3334	45	
P04	5934	3306	50	
P05	6633	3375	75	
max/min	6633	2474	88	

SLE_Quasi Permanente				
	Nmax	Nmin	Vmax	
P01	3631	3177	76	
P02	4439	3826	56	
P03	4601	4187	27	
P04	4747	4185	33	
P05	5613	3874	63	
max/min	5613	3177	76	

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 56 di 124
	Nome file: VI08-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

4 VERIFICA DEL FUSTO DELLE PILE

La sezione trasversale del fusto pile della carreggiata di destra sonoha dimensioni 300 m x 525 m sia per le pile di Tipo B che per quelle di Tipo C. Attraverso diverse analisi di predimensionamento si è scelto di armare longitudinalmente il fusto delle pile con 107 ferri $\Phi 22$ posti ad interasse 15 cm. Tale scelta è stata adottata su tutte le pile della carreggiata destra

Sezione Fusto Pila
Tipo A - Tipo B

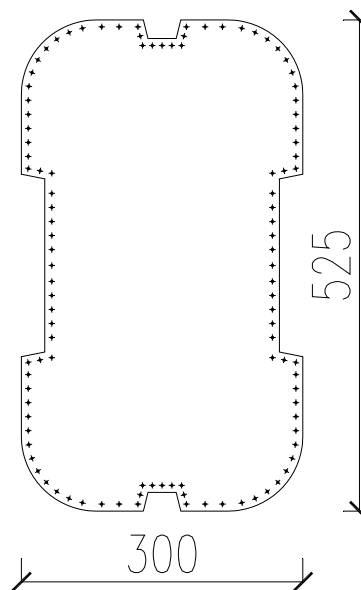


Figura 9: Sezione fusto pila pile carreggiata destra

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. La verifica è stata condotta seguendo quanto prescritto dalle NTC al punto 4.1.2.1.2.4. Dopo aver calcolato con VCASLU M_{Ryd} e M_{Rxd} , in funzione dello sforzo normale associato alla condizione di sollecitazione esaminata, si è condotta la verifica:

$$\left(\frac{M_{Exd}}{M_{Rxd}} \right)^\alpha + \left(\frac{M_{Eyd}}{M_{Ryd}} \right)^\alpha \leq 1$$

dove

M_{Ryd} e M_{Rxd} sono i valori di calcolo delle due componenti di flessione retta dell'azione attorno agli assi x e y;

M_{Eyd} e M_{Exd} sono i valori di calcolo dei momenti resistenti di pressoflessione retta corrispondenti a N_{Ed} valutati separatamente attorno agli assi x e y (calcolati con VCASLU);

α è posto uguale a 1 cautelativamente.

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 57 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

Nel seguito si riportano le tabelle riassuntive per le verifiche condotte:

Caso di Sollecitazione N_{min}							
PILA	N_{Ed} [kN]	M_{Edx} [kNm]	M_{Edy} [kNm]	M_{Rdx} [kNm]	M_{Rdy} [kNm]	FS	check
P01	14758	1321	11315	72850	41044	0.29	ok
P02	19135	2842	19070	81860	46171	0.45	ok
P03	20706	3702	16747	85003	47960	0.39	ok
P04	21141	4292	19025	85865	48450	0.44	ok
P05	22820	11754	21630	89147	50326	0.56	ok

Caso di Sollecitazione M_{EdxMax}							
PILA	N_{Ed} [kN]	M_{Edx} [kNm]	M_{Edy} [kNm]	M_{Rdx} [kNm]	M_{Rdy} [kNm]	FS	check
P01	22690	16566	5833	88896	50182	0.30	ok
P02	28511	24387	7074	99860	56432	0.37	ok
P03	31051	28883	3811	104433	59031	0.34	ok
P04	32019	31022	4445	106141	60002	0.37	ok
P05	37341	46813	5320	115130	65122	0.49	ok

Caso di Sollecitazione M_{EdyMax}							
PILA	N_{Ed} [kN]	M_{Edx} [kNm]	M_{Edy} [kNm]	M_{Rdx} [kNm]	M_{Rdy} [kNm]	FS	check
P01	14758	1321	11315	72850	41044	0.29	ok
P02	19135	2842	19070	81860	46171	0.45	ok
P03	20706	3702	16747	85003	47960	0.39	ok
P04	21141	4292	19025	85865	48450	0.44	ok
P05	22820	11754	21630	89147	50326	0.56	ok

Ancora, si riporta, a titolo esemplificativo, l'output di Vcaslu per la pila P05 nella condizione di minimo sforzo normale N_{min} sulla pila:

The screenshot shows the Vcaslu software interface for the design of pile P05. Key parameters are as follows:

- Materials:** B450C (steel), C28/35 (concrete).
- Reinforcement Bars:**

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	-150	-262.5	1	3.801327	143	-174.385
2	150	-262.5	2	3.801327	143	-159.385
3	150	262.5	3	3.801327	143	-144.385
4	-150	262.5	4	3.801327	143	-129.385
			5	3.801327	143	-114.385
			6	3.801327	139.2212	102.4825
- Design Parameters:**
 - Applied Moment M_{Rdx} : 89147 kNm
 - Applied Normal Force N_{Ed} : 22820 kN
 - Concrete stress σ_c : -15.87 N/mm²
 - Steel stress σ_s : 391.3 N/mm²
 - Eccentricity x/d : 0.1542
 - Slenderness ratio δ : 0.7
- Material Properties:**
 - Steel yield strength f_{yk} : 475 N/mm²
 - Concrete compressive strength f_{cd} : 15.87 N/mm²
 - Steel modulus of elasticity E_s : 200000 N/mm²
 - Concrete modulus of elasticity E_c : 3.5

Figura 10: Momento resistente M_{Rdx}

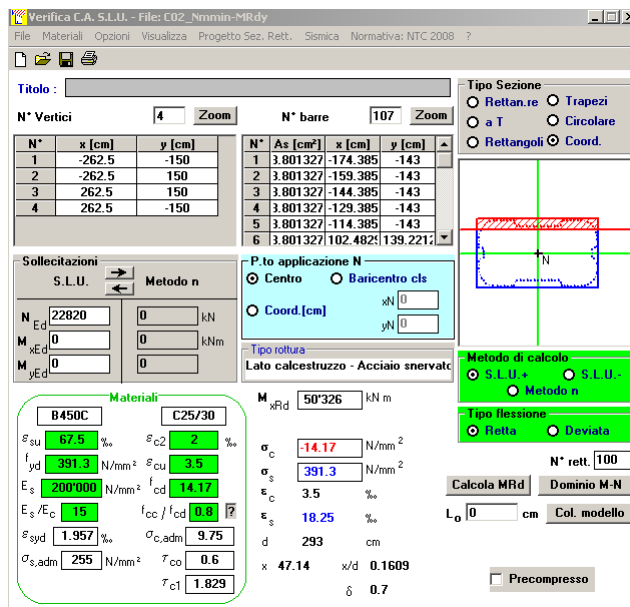


Figura 11: Momento resistente M_{Ryd}

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. Inoltre, per le lo sforzo normale minimo si effettua la verifica a taglio nelle due direzioni principali. 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, che risulta essere quella all'estradosso del plinto di fondazione. Essendo le pile di uguale sezione trasversale e con la medesima armatura longitudinale si conduce la verifica in relazione alle massime sollecitazioni taglianti fra tutte le pile. 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.

Sezione Fusto Pila
 Tipo A - Tipo B

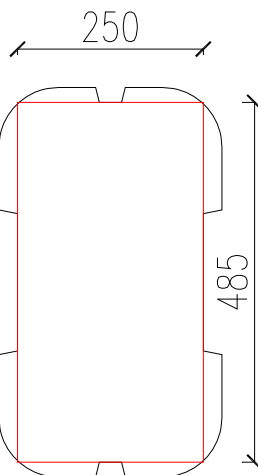


Figura 12: Area resistente a taglio pile carreggiata destra

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 59 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

Caso di Sollecitazione N_{min}

PILA	N_{Ed} [kN]	V_{Edx} [kNm]	V_{Edy} [kNm]
P01	14758	1382	140
P02	19135	1631	254
P03	20706	1459	236
P04	21141	1521	241
P05	22820	1696	243

Caso di Sollecitazione $F_{x,max}$

PILA	V_{Edx} [kNm]	V_{Edy} [kNm]	N_{Ed} [kN]
P01	1382	140	14758
P02	1631	254	19135
P03	1459	236	20706
P04	1521	241	21141
P05	1696	243	22820

Caso di Sollecitazione $F_{y,max}$

PILA	V_{Edy} [kNm]	V_{Edx} [kNm]	N_{Ed} [kN]
P01	714	697	21946
P02	1066	524	28511
P03	1223	284	31051
P04	1212	304	32019
P05	976	526	35643

sezione di verifica	taglio longitudinale V_x	taglio longitudinale V_x	taglio trasversale V_y	taglio trasversale V_y		
corrispondente a	N_{min}	F_{xmax}	N_{min}	F_{ymax}		
Sollecitazioni						
V	= 1382	1696	140	1223	kN	taglio
N	= 14758	22820	14758	31051	kN	sforzo normale (>0 compressione)
Geometria						
B	= 4850	4850	2500	2500	mm	larghezza sezione
H	= 2500	2500	4850	4850	mm	altezza sezione
c	= 80	80	80	80	mm	copriferro
d	= 2420	2420	4770	4770	mm	altezza utile
Materiali						
R_{ck}	= 35.0	35.0	35.0	35.0	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	= 29.1	29.1	29.1	29.1	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
g_c	= 1.5	1.5	1.5	1.5		coefficiente parziale di sicurezza
a_{cc}	= 0.85	0.85	0.85	0.85		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
f_{cd}	= 16.5	16.5	16.5	16.5	MPa	resistenza di calcolo a compressione
g_s	= 1.15	1.15	1.15	1.15		coefficiente di sicurezza 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
Verifica per elementi sprovvisti di armatura a taglio						
A_{sl}	= 40674.0	40674.0	40674.0	40674.0	mm ²	armatura longitudinale

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 60 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

r_l	=	0.00335	0.00335	0.00335	0.00335	rapporto geometrico di armatura longitudinale
k	=	1.3	1.3	1.2	1.2	
V_{min}	=	0.3	0.3	0.2	0.2	
S_{cp}	=	1.2	1.9	1.2	2.6	MPa tensione media calcestruzzo
$S_{cp,ad}$	=	1.2	1.9	1.2	2.6	MPa tensione media di compressione adottata ($\leq 0.2f_{cd}$)
V_{Rd}	=	6016.0	7186.7	5859.6	8263.3	kN taglio resistente
FS	=	4.4	4.2	42.0	6.8	
check	=	OK	OK	OK	OK	

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 fra quelle prese in considerazione.

SLE_Frequente			SLE_Quasi Permanente		
Caso di Sollecitazione N_{min}			Caso di Sollecitazione N_{min}		
N_{Ed} [kN]	M_{Edx} [kNm]	M_{Edy} [kNm]	N_{Ed} [kN]	M_{Edx} [kNm]	M_{Edy} [kNm]
13035	7510	4341	14667	271	3994
Caso di Sollecitazione N_{max}			Caso di Sollecitazione N_{max}		
N_{Ed} [kN]	M_{Edx} [kNm]	M_{Edy} [kNm]	N_{Ed} [kN]	M_{Edx} [kNm]	M_{Edy} [kNm]
27882	12071	4068	22735	9917	3878
Caso di Sollecitazione $M_{x,max}$			Caso di Sollecitazione $M_{x,max}$		
N_{Ed} [kN]	M_{Edx} [kNm]	M_{Edy} [kNm]	N_{Ed} [kN]	M_{Edx} [kNm]	M_{Edy} [kNm]
27882	12071	4068	22735	9917	3878
Caso di Sollecitazione $M_{y,max}$			Caso di Sollecitazione $M_{y,max}$		
N_{Ed} [kN]	M_{Edx} [kNm]	M_{Edy} [kNm]	N_{Ed} [kN]	M_{Edx} [kNm]	M_{Edy} [kNm]
27845	11471	6040	22704	9417	5521

	comb. FREQUENTE	comb. QUASI PERM.
Diametri massimi delle barre per il controllo della fessurazione		
σ_s	$w_2=0.30$ mm	$w_1=0.20$ mm
[MPa]	\emptyset	\emptyset
160	32	25
200	25	16
240	16	12
280	12	8
320	10	6
360	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: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 61 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

Spaziatura massima delle barre per il controllo della fessurazione

σ_s [MPa]	w2=0.30 mm Ø	w1=0.20 mm Ø
160	300	200
200	250	150
240	200	100
280	150	50
320	100	-
360	50	-

Frequente	comb_N _{min}	comb_M _{X,max}	comb_M _{Y,max}	
$\sigma_{s,max}$	= 204	204	204	[MPa] tensione massima acciaio da normativa
$\sigma_{Sd,max}$	= 1.57	-	-	[MPa] tensione massima acciaio di calcolo
FS	= 130.05	tutta compressa	tutta compressa	se >1 verifica soddisfatta
	verifica_ok	verifica_ok	verifica_ok	

Quasi Permanente	comb_N _{min}	comb_M _{X,max}	comb_M _{Y,max}	
$\sigma_{s,max}$	= 164	164	164	[MPa] tensione massima acciaio da normativa
$\sigma_{Sd,max}$	= -	-	-	[MPa] tensione massima acciaio di calcolo
FS	= tutta compressa	tutta compressa	tutta compressa	se >1 verifica soddisfatta
	verifica_ok	verifica_ok	verifica_ok	

Si riporta, a titolo esemplificativo, l'output di VCASLU nel caso della combinazione frequente N_{min}

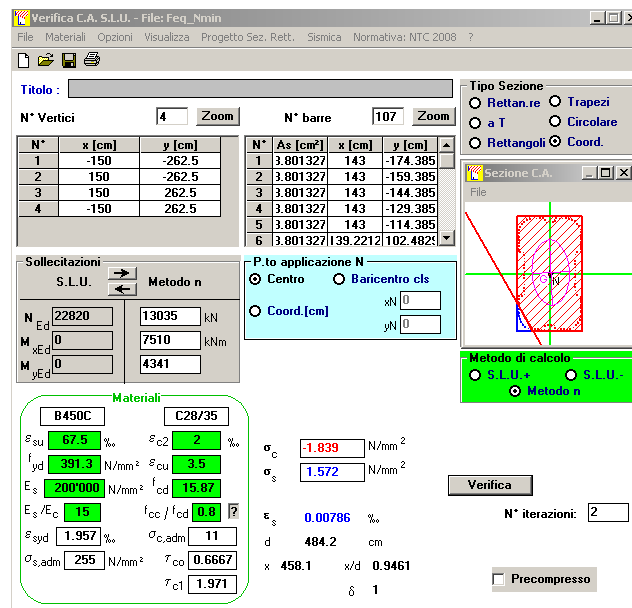


Figura 13: Stato tensionale N_{min} comb. frequente

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 62 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

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: $0,8 f_{yk}$ in combinazione caratteristica). Le tensioni sono state ottenute con la stessa metodologia utilizzata per le verifiche di fessurazione.

Materiali

R_{ck}	=	35	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	29.05	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f_{yk}	=	450.00	MPa	resistenza caratteristica di snervamento cilindrica

SLE_Caratteristica			SLE_Quasi Permanente		
Caso di Sollecitazione N_{min}			Caso di Sollecitazione N_{min}		
N_{Ed} [kN]	M_{Edx} [kNm]	M_{Edy} [kNm]	N_{Ed} [kN]	M_{Edx} [kNm]	M_{Edy} [kNm]
13035	9158	4175	14667	271	3994
Caso di Sollecitazione N_{max}			Caso di Sollecitazione N_{max}		
N_{Ed} [kN]	M_{Edx} [kNm]	M_{Edy} [kNm]	N_{Ed} [kN]	M_{Edx} [kNm]	M_{Edy} [kNm]
27894	15394	4091	22735	9917	3878
Caso di Sollecitazione $M_{x,max}$			Caso di Sollecitazione $M_{x,max}$		
N_{Ed} [kN]	M_{Edx} [kNm]	M_{Edy} [kNm]	N_{Ed} [kN]	M_{Edx} [kNm]	M_{Edy} [kNm]
27894	15394	4091	22735	9917	3878
Caso di Sollecitazione $M_{y,max}$			Caso di Sollecitazione $M_{y,max}$		
N_{Ed} [kN]	M_{Edx} [kNm]	M_{Edy} [kNm]	N_{Ed} [kN]	M_{Edx} [kNm]	M_{Edy} [kNm]
27856	14794	6063	22704	9417	5521

Comb_ N_{max} **Comb_ $M_{x,Max}$** **Comb_ $M_{y,max}$**
Rara **Rara** **Rara**

Tensione massima di compressione del calcestruzzo nelle condizioni di esercizio

σ_c	=	17.4	17.4	17.4	[MPa]	massima tensione del cls da normativa
$\sigma_{c,Sd}$	=	3.2	3.2	3.4	[MPa]	tensione di calcolo del cls in esercizio
		5.36	5.36	5.07		se >1 verifica soddisfatta
		verifica_ok	verifica_ok	verifica_ok		

Comb_ N_{max} **Comb_ $M_{x,Max}$** **Comb_ $M_{y,max}$**
Quasi Perm. **Quasi Perm.** **Quasi Perm.**

Tensione massima di compressione del calcestruzzo nelle condizioni di esercizio

σ_c	=	13.1	13.1	13.1	[MPa]	massima tensione del cls da normativa
$\sigma_{c,Sd}$	=	2.5	2.5	2.7	[MPa]	tensione di calcolo del cls in esercizio
		5.16	5.16	4.86		se >1 verifica soddisfatta
		verifica_ok	verifica_ok	verifica_ok		

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 63 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

	Comb_Nmin	Comb_M_{X,Max}	Comb_M_{y,max}	
	Rara	Rara	Rara	
Tensione massima dell'acciaio in condizioni di esercizio				
σ_s =	360.0	360.0	360.0	[MPa] massima tensione dell'acciaio normativa
$\sigma_{s,Sd}$ =	3.0	-	-	[MPa] tensione di calcolo dell'acciaio in esercizio
	119.40	tutta compressa	tutta compressa	se >1 verifica soddisfatta
	verifica_ok	verifica_ok	verifica_ok	

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:

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

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

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

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:

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 64 di 124
	Nome file: VI08-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

$$\lambda = l_0 / i$$

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 $l_0=2l$.

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:

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 65 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

- 5.8.8.2 Momenti flettenti
- (1) Il momento di progetto è:
- $$M_{Ed} = M_{0Ed} + M_2 \quad (5.31)$$
- dove:
- M_{0Ed} è il momento del primo ordine, che tiene conto dell'effetto delle imperfezioni, vedere anche punto 5.8.8.2 (2);
- M_2 è il momento del secondo ordine nominale, vedere punto 5.8.8.2 (3).
- 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.
- 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).
- (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} :
- $$M_{0e} = 0,6 M_{02} + 0,4 M_{01} \geq 0,4 M_{02} \quad (5.32)$$
- M_{01} e M_{02} dovrebbero avere lo stesso segno se essi provocano trazione sullo stesso lato, altrimenti segni opposti. Inoltre, $|M_{02}| \geq |M_{01}|$.
- (3) Il momento nominale del secondo ordine M_2 nell'espressione (5.31) è
- $$M_2 = N_{Ed} e_2 \quad (5.33)$$
- dove:
- N_{Ed} è il valore di progetto della forza assiale;
- e_2 è l'inflessione = $(1/r) l_0^2 / c$;
- $1/r$ è la curvatura, vedere punto 5.8.8.3;
- l_0 è la lunghezza libera d'inflessione, vedere punto 5.8.3.2;
- c è un fattore che dipende dalla distribuzione della curvatura, vedere punto 5.8.8.2 (4).
- (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).
- 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.

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).

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 66 di 124
	Nome file: VI08-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

- (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;

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

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:

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.

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 67 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

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.

5.2 VERIFICA ALL'INSTABILITÀ

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

- sforzo normale massimo (N_{xmax});
- momento trasversale massimo (M_{xmax});
- momento longitudinale massimo (M_{ymax}).

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 Verifica di resistenza per l'instabilità. 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. In tali fogli sono anche contenute le verifiche di resistenza all'instabilità. I momenti resistenti a flessione retta o presso-flessione retta sono sempre determinati col programma di calcolo VASLU (come già illustrato per le verifiche di resistenza a presso-flessione deviata nei paragrafi precedenti).

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 68 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

Nelle tabelle 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. 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. Si fa notare che, nella combinazione che massimizza lo sforzo assiale, la verifica è stata condotta in entrambe le direzioni principali.

PILA P01

	Nmax	Mx,max	My,max		
R_{ck}	= 35	35	35	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	= 29.05	29.05	29.05	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}	= 16.46	16.46	16.46	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}	= 450.00	450.00	450.00	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}	= 0.00190	0.00190	0.00190		deformazione allo snervamento di calcolo
Geometria elemento					
d_x	= 2.95	2.95	2.95	m	altezza utile longitudinale
d_y	= 5.20	5.20	5.20	m	altezza utile trasversale
A_c	= 14.11	14.11	14.11	m ²	area sezione trasversale
L	= 8.46	8.46	8.46	m	altezza elemento
J_x	= 31.69	31.69	31.69	m ⁴	momento d'inerzia trasversale
J_y	= 9.04	9.04	9.04	m ⁴	momento d'inerzia longitudinale
i_x	= 0.80	0.80	0.80	m ⁴	raggio d'inerzia longitudinale
i_y	= 1.50	1.50	1.50	m ⁴	raggio d'inerzia trasversale
n	= 107.00	107.00	107.00		numero barre
\varnothing	= 22.00	22.00	22.00	mm	diametro barre
A_s	= 40674	40674	40674	mm ²	area armatura longitudinale totale disposta nella sezione
ω	= 0.07	0.07	0.07		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}	= 16.92	16.92	16.92	m	lunghezza libera d'inflessione longitudinale
L_{0y}	= 16.92	16.92	16.92	m	lunghezza libera d'inflessione trasversale
λ_x	= 21.14	21.14	21.14		snellezza longitudinale
λ_y	= 11.29	11.29	11.29		snellezza trasversale
λ	= 21.14	21.14	21.14		snellezza massima
Sollecitazioni					
N_{Ed}	= 25110	22690	14758	kN	sforzo normale di calcolo
$M_{1,x}$	= 16067	16566	1321		momento flettente trasversale del primo ordine
$M_{2,x}$	= 16067.4	16566.2	1321.4		momento flettente trasversale del primo ordine
$M_{1,y}$	= 0.0	0.0	0.0		momento flettente longitudinale del primo ordine

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 69 di 124
	Nome file: VI08-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

M2,y = 3807 5833 11315 momento flettente longitudinale del primo ordine

Valutazione della snellezza limite

A	=	0.70	0.70	0.70	
B	=	1.07	1.07	1.07	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	=	0.1081	0.0977	0.0635	forza assiale adimensionale
λ_{lim}	=	31.78	33.44	41.46	snellezza limite
FS	=	1.50	1.58	1.96	se >1 nn è necessario fare la verifica di stabilità
check	=	ok	ok	ok	

PILA P02

		Nmax	Mx,max	My,max		
R _{ck}	=	35	35	35	MPa	resistenza caratteristica cubica
f _{ck}	=	29.05	29.05	29.05	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}	=	16.46	16.46	16.46	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}	=	450.00	450.00	450.00	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}	=	0.00190	0.00190	0.00190		deformazione allo snervamento di calcolo
Geometria elemento						
d _x	=	2.95	2.95	2.95	m	altezza utile longitudinale
d _y	=	5.20	5.20	5.20	m	altezza utile trasversale
A _c	=	14.11	14.11	14.11	m ²	area sezione trasversale
L	=	13.26	13.26	13.26	m	altezza elemento
J _x	=	31.69	31.69	31.69	m ⁴	momento d'inerzia trasversale
J _y	=	9.04	9.04	9.04	m ⁴	momento d'inerzia longitudinale
i _x	=	0.80	0.80	0.80	m ⁴	raggio d'inerzia longitudinale
i _y	=	1.50	1.50	1.50	m ⁴	raggio d'inerzia trasversale
n	=	107.00	107.00	107.00		numero barre
Ø	=	22.00	22.00	22.00	mm	diametro barre
A _s	=	40674	40674	40674	mm ²	area armatura longitudinale totale disposta nella sezione
ω	=	0.07	0.07	0.07		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}	=	26.52	26.52	26.52	m	lunghezza libera d'inflessione longitudinale
L _{0y}	=	26.52	26.52	26.52	m	lunghezza libera d'inflessione trasversale
λ_x	=	33.14	33.14	33.14		snellezza longitudinale
λ_y	=	17.70	17.70	17.70		snellezza trasversale
λ	=	33.14	33.14	33.14		snellezza massima

Valutazione della snellezza limite

A	=	0.70	0.70	0.70	
B	=	1.07	1.07	1.07	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	=	0.1380	0.1227	0.0824	forza assiale adimensionale

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III		
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX		
	Pagina 70 di 124		
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc		

λ_{lim}	=	28.13	29.83	36.41		snellezza limite
FS	=	0.85	0.90	1.10		se >1 nn è necessario fare la verifica di stabilità
check	=	no	no	ok		
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_i	=	0.00333	0.00333	0.00333		
e_{ix}	=	0.04	0.04	0.04	m	eccentricità aggiuntiva longitudinale
e_{iy}	=	0.04	0.04	0.04	m	eccentricità aggiuntiva trasversale
Sollecitazioni						
N_{Ed}	=	32048	28511	19135	kN	sforzo normale di calcolo
$M_{1,x}$	=	20523	24387	2842		momento flettente trasversale del primo ordine
$M_{2,x}$	=	20523.5	24387.3	2841.9		momento flettente trasversale del primo ordine
$M_{1,y}$	=	0.0	0.0	0.0		momento flettente longitudinale del primo ordine
$M_{2,y}$	=	4778	7074	19070		momento flettente longitudinale del primo ordine
$M_{01,x}$	=	21940	25648	3688		minimo momento flettente trasversale (in valore assoluto)
$M_{02,x}$	=	21940	25648	3688		massimo momento flettente trasversale (in valore assoluto)
$M_{01,y}$	=	1416.53	1260.20	845.79		minimo momento flettente longitudinale (in valore assoluto)
$M_{02,y}$	=	6194.43	8334.17	19915.54		massimo momento flettente longitudinale (in valore assoluto)
$M_{0Ed,x}$	=	21940.0	25647.5	3687.7	kN	momento flettente di calcolo trasversale equivalente
$M_{0Ed,y}$	=	4283.3	5504.6	12287.6	kN	momento flettente di calcolo longitudinale equivalente
Buckling						
n_u	=	1.0685	1.0685	1.0685		
n_{bal}	=	0.40	0.40	0.40		
K_r	=	1.000	1.000	1.000		coefficiente correttivo funzione del carico assiale
$\varphi(\infty, t_0)$	=	2	2	2		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
$\varphi_{eff,x}$	=	1.4815	1.4815	1.4815		coefficiente di viscosità efficace
β_x	=	0.274	0.274	0.274		
$K_{\varphi x}$	=	1.406383562	1.406383562	1.406383562		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}	=	0.143	0.143	0.143	m	inflessione longitudinale
M_{2y}	=	4595.9	4088.7	2744.1	kNm	momento nominale del 2° ordine longitudinale
M_{Edy}	=	8879.1	9593.2	15031.8	kNm	momento di progetto longitudinale
Buckling trasversale						
M_{SLE}/M_{SLU}	=	0.74	0.74	0.74		rapporto momento SLE/momento SLU
$\varphi_{eff,y}$	=	1.4815	1.4815	1.4815		coefficiente di viscosità efficace
β_y	=	0.377	0.377	0.377		
$K_{\varphi y}$	=	1.559	1.559	1.559		
$(1/r_0)_y$	=	0.001	0.001	0.001		curvatura trasversale
$(1/r)_y$	=	0.001	0.001	0.001		curvatura trasversale
e_{2y}	=	0.090	0.090	0.090	m	inflessione trasversale
M_{2x}	=	2890.1	2571.1	1725.6	kNm	momento nominale del 2° ordine trasversale
M_{Edx}	=	24830.1	28218.6	5413.3	kNm	momento di progetto trasversale
Buckling flessione deviata - verifica geometrica						
$\lambda_{max}/\lambda_{min}$	=	1.87	1.87	1.87		rapporto di snellezza massimo (se <=2 sufficiente verifica a flessione semplice)
$b_{x,eq}$	=	2.77	2.77	2.77	m	dimensione 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: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 71 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

$b_{y,eq}$	=	5.19	5.19	5.19	m	dimensione trasversale equivalente
e_x	=	0.09	0.15	0.60	m	eccentricità longitudinale che non tiene conto delle imperfezioni
e_y	=	0.64	0.86	0.15	m	eccentricità trasversale che non tiene conto delle imperfezioni
e_{x0}	=	0.134	0.193	0.642	m	eccentricità longitudinale
e_{y0}	=	0.68	0.90	0.19	m	eccentricità trasversale
e/b	=	0.10	0.11	1.78		minimo rapporto eccentricità/dimensioni equivalenti
$(e/b)_x$	=	0.11	0.12	2.31		minimo rapporto eccentricità/dimensioni equivalenti con imperfezioni longitudinali
$(e/b)_y$	=	0.07	0.09	1.66		minimo rapporto eccentricità/dimensioni equivalenti con imperfezioni trasversali

Buckling flessione deviata - verifica semplificata

α	=	1.0	1.0	1.0		
N_{Rd}	=	-	-	248200	kN	forza nominale resistente
a	=	-	-	1.00		esponente del dominio
N_{Ed}	=	-	-	19135	kN	sforzo normale di calcolo
M_{Rdx}	=			81860	kNm	momento resistente trasversale per pressoflessione retta
M_{Rdy}	=			46171	kNm	momento resistente longitudinale per pressoflessione retta
check	=	-	-	0.392		se <1 verifica soddisfatta
		-	-	ok		

PressoFlessione Retta

Comb.

$N_{max} - M_{Edy}$	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Rdy} [kNm]		FS
	32048	8879	60031	ok	6.76
$N_{max} - M_{Edx}$	N_{Ed} [kN]	M_{Edx} [kNm]	M_{Rdx} [kNm]		
	32048	24830	106192	ok	4.28
M_{EdxMax}	N_{Ed} [kN]	$M_{Edx,max}$	M_{Rdx} [kNm]		
	28511	28219	99860	ok	3.54
M_{EdyMax}	N_{Ed} [kN]	$M_{Edy,max}$	M_{Rdy} [kNm]		
	deviata	deviata	deviata	deviata	devita

PILA P03

	N_{max}	$M_{x,max}$	$M_{y,max}$		
R_{ck}	=	35	35	35	MPa resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	29.05	29.05	29.05	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}	=	16.46	16.46	16.46	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}	=	450.00	450.00	450.00	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}	=	0.00190	0.00190	0.00190	deformazione allo snervamento di calcolo

Geometria elemento

d_x	=	2.95	2.95	2.95	m	altezza utile longitudinale
d_y	=	5.20	5.20	5.20	m	altezza utile trasversale
A_c	=	14.11	14.11	14.11	m ²	area sezione trasversale
L	=	13.26	13.26	13.26	m	altezza elemento
J_x	=	31.69	31.69	31.69	m ⁴	momento d'inerzia trasversale
J_y	=	9.04	9.04	9.04	m ⁴	momento d'inerzia longitudinale
i_x	=	0.80	0.80	0.80	m ²	raggio d'inerzia longitudinale

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III		
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX		
	Pagina 72 di 124		
	Nome file: VI08-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc		

i_y	=	1.50	1.50	1.50	m ⁴	raggio d'inerzia trasversale
n	=	107.00	107.00	107.00		numero barre
\emptyset	=	22.00	22.00	22.00	mm	diametro barre
A_s	=	40674	40674	40674	mm ²	area armatura longitudinale totale disposta nella sezione
ω	=	0.07	0.07	0.07		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}	=	26.52	26.52	26.52	m	lunghezza libera d'inflessione longitudinale
L_{0y}	=	26.52	26.52	26.52	m	lunghezza libera d'inflessione trasversale
λ_x	=	33.14	33.14	33.14		snellezza longitudinale
λ_y	=	17.70	17.70	17.70		snellezza trasversale
λ	=	33.14	33.14	33.14		snellezza massima
Valutazione della snellezza limite						
A	=	0.70	0.70	0.70		
B	=	1.07	1.07	1.07		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	=	0.1494	0.1337	0.0891		forza assiale adimensionale
λ_{lim}	=	27.03	28.58	35.00		snellezza limite
FS	=	0.82	0.86	1.06		se >1 nn è necessario fare la verifica di stabilità
check	=	no	no	ok		
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_i	=	0.00333	0.00333	0.00333		
e_{ix}	=	0.04	0.04	0.04	m	eccentricità aggiuntiva longitudinale
e_{iy}	=	0.04	0.04	0.04	m	eccentricità aggiuntiva trasversale
Sollecitazioni						
N_{Ed}	=	34715	31051	20706	kN	sforzo normale di calcolo
$M_{1,x}$	=	23789	28883	3702		momento flettente trasversale del primo ordine
$M_{2,x}$	=	23788.7	28883.4	3701.7		momento flettente trasversale del primo ordine
$M_{1,y}$	=	0.0	0.0	0.0		momento flettente longitudinale del primo ordine
$M_{2,y}$	=	2959	3811	16747		momento flettente longitudinale del primo ordine
$M_{01,x}$	=	25323	30256	4617		minimo momento flettente trasversale (in valore assoluto)
$M_{02,x}$	=	25323	30256	4617		massimo momento flettente trasversale (in valore assoluto)
$M_{01,y}$	=	1534.38	1372.46	915.20		minimo momento flettente longitudinale (in valore assoluto)
$M_{02,y}$	=	4493.81	5183.91	17662.11		massimo momento flettente longitudinale (in valore assoluto)
$M_{0Ed,x}$	=	25323.1	30255.9	4616.9	kN	momento flettente di calcolo trasversale equivalente
$M_{0Ed,y}$	=	3310.0	3659.3	10963.3	kN	momento flettente di calcolo longitudinale equivalente
Buckling						
n_u	=	1.0685	1.0685	1.0685		
n_{bal}	=	0.40	0.40	0.40		
K_r	=	1.000	1.000	1.000		coefficiente correttivo funzione del carico assiale
$\varphi(\infty, t_0)$	=	2	2	2		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
$\varphi_{eff,x}$	=	1.4815	1.4815	1.4815		coefficiente di viscosità efficace
β_x	=	0.274	0.274	0.274		
$K_{\varphi x}$	=	1.406383562	1.406383562	1.406383562		coefficiente che tiene conto della viscosità
$(1/r_0)_x$	=	0.0014	0.0014	0.0014		

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 73 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

$(1/r)_x$	=	0.0020	0.0020	0.0020		curvatura longitudinale
e_{2x}	=	0.143	0.143	0.143	m	inflessione longitudinale
M_{2y}	=	4978.2	4452.9	2969.3	kNm	momento nominale del 2° ordine longitudinale
M_{Edy}	=	8288.3	8112.2	13932.7	kNm	momento di progetto longitudinale

Buckling trasversale

M_{SLE}/M_{SLU}	=	0.74	0.74	0.74		rapporto momento SLE/momento SLU
$\varphi_{eff,y}$	=	1.4815	1.4815	1.4815		coefficiente di viscosità efficace
β_y	=	0.377	0.377	0.377		
$K_{\varphi y}$	=	1.559	1.559	1.559		
$(1/r_0)_y$	=	0.001	0.001	0.001		curvatura trasversale
$(1/r)_y$	=	0.001	0.001	0.001		curvatura trasversale
e_{2y}	=	0.090	0.090	0.090	m	inflessione trasversale
M_{2x}	=	3130.5	2800.2	1867.2	kNm	momento nominale del 2° ordine trasversale
M_{Edx}	=	28453.6	33056.0	6484.1	kNm	momento di progetto trasversale

Buckling flessione deviata - verifica geometrica

$\lambda_{max}/\lambda_{min}$	=	1.87	1.87	1.87		rapporto di snellezza massimo (se ≤ 2 sufficiente verifica a flessione semplice)
$b_{x,eq}$	=	2.77	2.77	2.77	m	dimensione longitudinale equivalente
$b_{y,eq}$	=	5.19	5.19	5.19	m	dimensione trasversale equivalente
e_x	=	0.05	0.07	0.49	m	eccentricità longitudinale che non tiene conto delle imperfezioni
e_y	=	0.69	0.93	0.18	m	eccentricità trasversale che non tiene conto delle imperfezioni
e_{x0}	=	0.095	0.118	0.529	m	eccentricità longitudinale
e_{y0}	=	0.73	0.97	0.22	m	eccentricità trasversale
e/b	=	0.07	0.06	1.27		minimo rapporto eccentricità/dimensioni equivalenti
$(e/b)_x$	=	0.07	0.07	1.58		minimo rapporto eccentricità/dimensioni equivalenti con imperfezioni longitudinali
$(e/b)_y$	=	0.04	0.04	1.16		minimo rapporto eccentricità/dimensioni equivalenti con imperfezioni trasversali

Buckling flessione deviata - verifica semplificata

α	=	1.0	1.0	1.0		
N_{Rd}	=	-	-	248200	kN	forza nominale resistente
a	=	-	-	1.00		esponente del dominio
N_{Ed}	=	-	-	20706	kN	sforzo normale di calcolo
M_{Rdx}	=	-	-	85003	kNm	momento resistente trasversale per pressoflessione retta
M_{Rdy}	=	-	-	47960	kNm	momento resistente longitudinale per pressoflessione retta
check	=	-	-	0.367		se < 1 verifica soddisfatta
		-	-	ok		

PressoFlessione Retta

Comb.

$N_{max} - M_{Edy}$	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Rdy} [kNm]		FS
	34715	8288	62640	ok	7.56
$N_{max} - M_{Edx}$	N_{Ed} [kN]	M_{Edx} [kNm]	M_{Rdx} [kNm]		
	34715	28454	110769	ok	3.89
M_{EdxMax}	N_{Ed} [kN]	$M_{Edx,max}$	M_{Rdx} [kNm]		
	31051	33056	104433	ok	3.16
M_{EdyMax}	N_{Ed} [kN]	$M_{Edy,max}$	M_{Rdy} [kNm]		
	deviata	deviata		deviata	devita

PILA P04

	N_{max}	$M_{x,max}$	$M_{y,max}$		
R_{ck}	=	35	35	35	MPa resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	29.05	29.05	29.05	MPa resistenza caratteristica cilindrica

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III		
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX		
	Pagina 74 di 124		
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc		

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}	=	16.46	16.46	16.46	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}	=	450.00	450.00	450.00	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}	=	0.00190	0.00190	0.00190		deformazione allo snervamento di calcolo
Geometria elemento						
d_x	=	2.95	2.95	2.95	m	altezza utile longitudinale
d_y	=	5.20	5.20	5.20	m	altezza utile trasversale
A_c	=	14.11	14.11	14.11	m ²	area sezione trasversale
L	=	14.46	14.46	14.46	m	altezza elemento
J_x	=	31.69	31.69	31.69	m ⁴	momento d'inerzia trasversale
J_y	=	9.04	9.04	9.04	m ⁴	momento d'inerzia longitudinale
i_x	=	0.80	0.80	0.80	m ⁴	raggio d'inerzia longitudinale
i_y	=	1.50	1.50	1.50	m ⁴	raggio d'inerzia trasversale
n	=	107.00	107.00	107.00		numero barre
\varnothing	=	22.00	22.00	22.00	mm	diametro barre
A_s	=	40674	40674	40674	mm ²	area armatura longitudinale totale disposta nella sezione
ω	=	0.07	0.07	0.07		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}	=	28.92	28.92	28.92	m	lunghezza libera d'inflessione longitudinale
L_{0y}	=	28.92	28.92	28.92	m	lunghezza libera d'inflessione trasversale
λ_x	=	36.14	36.14	36.14		snellezza longitudinale
λ_y	=	19.30	19.30	19.30		snellezza trasversale
λ	=	36.14	36.14	36.14		snellezza massima
Valutazione della snellezza limite						
A	=	0.70	0.70	0.70		
B	=	1.07	1.07	1.07		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	=	0.1520	0.1378	0.0910		forza assiale adimensionale
λ_{lim}	=	26.80	28.15	34.64		snellezza limite
FS	=	0.74	0.78	0.96		se >1 nn è necessario fare la verifica di stabilità
check	=	no	no	no		
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	=	0.00333	0.00333	0.00333		
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}	=	35311	32019	21141	kN	sforzo normale di calcolo
$M_{1,x}$	=	24046	31022	4292		momento flettente trasversale del primo ordine
$M_{2,x}$	=	24046.1	31021.9	4291.5		momento flettente trasversale del primo ordine
$M_{1,y}$	=	0.0	0.0	0.0		momento flettente longitudinale del primo ordine
$M_{2,y}$	=	3348	4445	19025		momento flettente longitudinale del primo ordine

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III		
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX		
	Pagina 75 di 124		
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc		

$M_{01,x}$	=	25748	32565	5311		minimo momento flettente trasversale (in valore assoluto)
$M_{02,x}$	=	25748	32565	5311		massimo momento flettente trasversale (in valore assoluto)
$M_{01,y}$	=	1702.01	1543.30	1018.98		minimo momento flettente longitudinale (in valore assoluto)
$M_{02,y}$	=	5050.02	5988.25	20044.11		massimo momento flettente longitudinale (in valore assoluto)
$M_{0Ed,x}$	=	25748.1	32565.2	5310.5	kN	momento flettente di calcolo trasversale equivalente
$M_{0Ed,y}$	=	3710.8	4210.3	12434.1	kN	momento flettente di calcolo longitudinale equivalente
Buckling						
n_u	=	1.0685	1.0685	1.0685		
n_{bal}	=	0.40	0.40	0.40		
K_r	=	1.000	1.000	1.000		coefficiente correttivo funzione del carico assiale
$\varphi(\infty, t_0)$	=	2	2	2		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
$\varphi_{eff,x}$	=	1.4815	1.4815	1.4815		coefficiente di viscosità efficace
β_x	=	0.254	0.254	0.254		
$K_{\varphi x}$	=	1.37676183	1.37676183	1.37676183		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}	=	0.167	0.167	0.167	m	inflexione longitudinale
M_{2y}	=	5895.0	5345.3	3529.3	kNm	momento nominale del 2° ordine longitudinale
M_{Edy}	=	9605.8	9555.6	15963.4	kNm	momento di progetto longitudinale
Buckling trasversale						
M_{SLE}/M_{SLU}	=	0.74	0.74	0.74		rapporto momento SLE/momento SLU
$\varphi_{eff,y}$	=	1.4815	1.4815	1.4815		coefficiente di viscosità efficace
β_y	=	0.367	0.367	0.367		
$K_{\varphi y}$	=	1.543	1.543	1.543		
$(1/r_0)_y$	=	0.001	0.001	0.001		curvatura trasversale
$(1/r)_y$	=	0.001	0.001	0.001		curvatura trasversale
e_{2y}	=	0.106	0.106	0.106	m	inflexione trasversale
M_{2x}	=	3748.4	3398.8	2244.1	kNm	momento nominale del 2° ordine trasversale
M_{Edx}	=	29496.5	35964.1	7554.6	kNm	momento di progetto trasversale
Buckling flessione deviata - verifica geometrica						
$\lambda_{max}/\lambda_{min}$	=	1.87	1.87	1.87		rapporto di snellezza massimo (se ≤ 2 sufficiente verifica a flessione semplice)
$b_{x,eq}$	=	2.77	2.77	2.77	m	dimensione longitudinale equivalente
$b_{y,eq}$	=	5.19	5.19	5.19	m	dimensione trasversale equivalente
e_x	=	0.06	0.08	0.54	m	eccentricità longitudinale che non tiene conto delle imperfezioni
e_y	=	0.68	0.97	0.20	m	eccentricità trasversale che non tiene conto delle imperfezioni
e_{x0}	=	0.105	0.131	0.588	m	eccentricità longitudinale
e_{y0}	=	0.73	1.02	0.25	m	eccentricità trasversale
e/b	=	0.08	0.07	1.25		minimo rapporto eccentricità/dimensioni equivalenti
$(e/b)_x$	=	0.08	0.07	1.55		minimo rapporto eccentricità/dimensioni equivalenti con imperfezioni longitudinali
$(e/b)_y$	=	0.04	0.04	1.15		minimo rapporto eccentricità/dimensioni equivalenti con imperfezioni trasversali
Buckling flessione deviata - verifica semplificata						
α	=	1.0	1.0	1.0		
N_{Rd}	=	-	-	248200	kN	forza nominale resistente
a	=	-	-	1.00		esponente del dominio
N_{Ed}	=	-	-	21141	kN	sforzo normale di calcolo
M_{Rdx}	=	-	-	85865	kNm	momento resistente trasversale per pressoflessione retta

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III	
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX	
	Pagina 76 di 124	
	Nome file: VI08-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc	

M_{Rdy} = 48450 kNm momento resistente longitudinale per pressoflessione retta
check = - - 0.417 se <1 verifica soddisfatta

PILA P05

	Nmax	Mx,max	My,max		
R_{ck}	= 35	35	35	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	= 29.05	29.05	29.05	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}	= 16.46	16.46	16.46	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}	= 450.00	450.00	450.00	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}	= 0.00190	0.00190	0.00190		deformazione allo snervamento di calcolo
Geometria elemento					
d_x	= 2.95	2.95	2.95	m	altezza utile longitudinale
d_y	= 5.20	5.20	5.20	m	altezza utile trasversale
A_c	= 14.11	14.11	14.11	m ²	area sezione trasversale
L	= 14.46	14.46	14.46	m	altezza elemento
J_x	= 31.69	31.69	31.69	m ⁴	momento d'inerzia trasversale
J_y	= 9.04	9.04	9.04	m ⁴	momento d'inerzia longitudinale
i_x	= 0.80	0.80	0.80	m ⁴	raggio d'inerzia longitudinale
i_y	= 1.50	1.50	1.50	m ⁴	raggio d'inerzia trasversale
n	= 107.00	107.00	107.00		numero barre
\varnothing	= 22.00	22.00	22.00	mm	diametro barre
A_s	= 40674	40674	40674	mm ²	area armatura longitudinale totale disposta nella sezione
ω	= 0.07	0.07	0.07		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}	= 28.92	28.92	28.92	m	lunghezza libera d'inflessione longitudinale
L_{0y}	= 28.92	28.92	28.92	m	lunghezza libera d'inflessione trasversale
λ_x	= 36.14	36.14	36.14		snellezza longitudinale
λ_y	= 19.30	19.30	19.30		snellezza trasversale
λ	= 36.14	36.14	36.14		snellezza massima
Valutazione della snellezza limite					
A	= 0.70	0.70	0.70		
B	= 1.07	1.07	1.07		
C	= 0.70	0.70	0.70		
n	= 0.1716	0.1608	0.0982		forza assiale adimensionale
λ_{lim}	= 25.22	26.06	33.34		snellezza limite
FS	= 0.70	0.72	0.92		se >1 nn è necessario fare la verifica di stabilità
check	= no	no	no		
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_i	= 0.00333	0.00333	0.00333		

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 77 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

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}	=	39869	37341	22820	kN	sforzo normale di calcolo
$M_{1,x}$	=	21475	46813	11754		momento flettente trasversale del primo ordine
$M_{2,x}$	=	21475.3	46812.9	11754.1		momento flettente trasversale del primo ordine
$M_{1,y}$	=	0.0	0.0	0.0		momento flettente longitudinale del primo ordine
$M_{2,y}$	=	5319	5320	21630		momento flettente longitudinale del primo ordine
$M_{01,x}$	=	23397	48613	12854		minimo momento flettente trasversale (in valore assoluto)
$M_{02,x}$	=	23397	48613	12854		massimo momento flettente trasversale (in valore assoluto)
$M_{01,y}$	=	1921.67	1799.84	1099.91		minimo momento flettente longitudinale (in valore assoluto)
$M_{02,y}$	=	7240.57	7120.17	22729.84		massimo momento flettente longitudinale (in valore assoluto)
$M_{0Ed,x}$	=	23397.0	48612.8	12854.0	kN	momento flettente di calcolo trasversale equivalente
$M_{0Ed,y}$	=	5113.0	4992.0	14077.9	kN	momento flettente di calcolo longitudinale equivalente
Buckling						
n_u	=	1.0685	1.0685	1.0685		
n_{bal}	=	0.40	0.40	0.40		
K_r	=	1.000	1.000	1.000		coefficiente correttivo funzione del carico assiale
$\varphi(\infty, t_0)$	=	2	2	2		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
$\varphi_{eff,x}$	=	1.4815	1.4815	1.4815		coefficiente di viscosità efficace
β_x	=	0.254	0.254	0.254		
$K_{\varphi x}$	=	1.37676183	1.37676183	1.37676183		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}	=	0.167	0.167	0.167	m	inflessione longitudinale
M_{2y}	=	6655.8	6233.8	3809.6	kNm	momento nominale del 2° ordine longitudinale
M_{Edy}	=	11768.8	11225.9	17887.5	kNm	momento di progetto longitudinale
Buckling trasversale						
M_{SLE}/M_{SLU}	=	0.74	0.74	0.74		rapporto momento SLE/momento SLU
$\varphi_{eff,y}$	=	1.4815	1.4815	1.4815		coefficiente di viscosità efficace
β_y	=	0.367	0.367	0.367		
$K_{\varphi y}$	=	1.543	1.543	1.543		
$(1/r_0)_y$	=	0.001	0.001	0.001		curvatura trasversale
$(1/r)_y$	=	0.001	0.001	0.001		curvatura trasversale
e_{2y}	=	0.106	0.106	0.106	m	inflessione trasversale
M_{2x}	=	4232.1	3963.8	2422.4	kNm	momento nominale del 2° ordine trasversale
M_{Edx}	=	27629.1	52576.6	15276.4	kNm	momento di progetto trasversale
Buckling flessione deviata - verifica geometrica						
$\lambda_{max}/\lambda_{min}$	=	1.87	1.87	1.87		rapporto di snellezza massimo (se ≤ 2 sufficiente verifica a flessione semplice)
$b_{x,eq}$	=	2.77	2.77	2.77	m	dimensione longitudinale equivalente
$b_{y,eq}$	=	5.19	5.19	5.19	m	dimensione trasversale equivalente
e_x	=	0.08	0.09	0.57	m	eccentricità longitudinale che non tiene conto delle imperfezioni
e_y	=	0.54	1.25	0.52	m	eccentricità trasversale che non tiene conto delle imperfezioni
e_{x0}	=	0.128	0.134	0.617	m	eccentricità longitudinale
e_{y0}	=	0.59	1.30	0.56	m	eccentricità trasversale
e/b	=	0.12	0.05	0.58		minimo rapporto eccentricità/dimensioni equivalenti
$(e/b)_x$	=	0.13	0.06	0.64		minimo rapporto eccentricità/dimensioni equivalenti con imperfezioni 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: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 78 di 124
	Nome file: VI08-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

$(e/b)_y$	=	0.07	0.04	0.54		minimo rapporto eccentricità/dimensioni equivalenti con imperfezioni trasversali
Buckling flessione deviata - verifica semplificata						
α	=	1.0	1.0	1.0		
N_{Rd}	=	-	-	248200	kN	forza nominale resistente
a	=	-	-	1.00		esponente del dominio
N_{Ed}	=	-	-	22820	kN	sforzo normale di calcolo
M_{Rdx}	=	-	-	89147	kNm	momento resistente trasversale per pressoflessione retta
M_{Rdy}	=	-	-	50326	kNm	momento resistente longitudinale per pressoflessione retta
check	=	-	-	0.527		se <1 verifica soddisfatta
		-	-	ok		

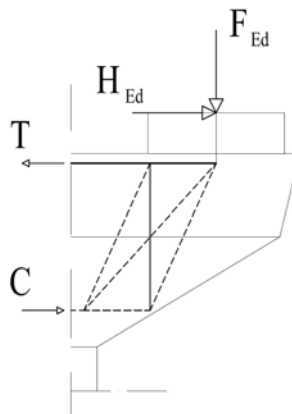
PressoFlessione Retta

Comb.

$N_{max} - M_{Edy}$	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Rdy} [kNm]		FS
	39869	11769	67429	ok	5.73
$N_{max} - M_{Edx}$	N_{Ed} [kN]	M_{Edx} [kNm]	M_{Rdx} [kNm]		
	39869	27629	119204	ok	4.31
M_{EdxMax}	N_{Ed} [kN]	$M_{Edx,max}$	M_{Rdx} [kNm]		
	37341	52577	115130	ok	2.19
M_{EdyMax}	N_{Ed} [kN]	$M_{Edy,max}$	M_{Rdy} [kNm]		
	deviata	deviata		deviata	deviata

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.

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 79 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

Si riporta di seguito il dettaglio dei calcoli di verifica.

Bridge Cap - Strut & Tie Model

Materiali

R_{ck}	=	35	35	35	35	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f_{ck}	=	29.05	29.05	29.05	29.05	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{cd}	=	16.5	16.5	16.5	16.5	MPa	resistenza di calcolo a compressione
f_{yd}	=	391.3	391.3	391.3	391.3	MPa	tensione di snervamento di calcolo
β_1	=	1.18	1.18	1.18	1.18		coefficiente per la resistenza del nodo compresso
β_2	=	1.00	1.00	1.00	1.00		coefficiente per la resistenza del nodo teso-compresso
β_3	=	0.88	0.88	0.88	0.88		coefficiente per la resistenza del nodo teso-compresso
$\sigma_{1Rd,max}$	=	20.20	20.20	20.20	20.20	MPa	resistenza a compressione per nodi compressi
$\sigma_{2Rd,max}$	=	17.12	17.12	17.12	17.12	MPa	resistenza a compressione per nodi compressi-tesi con tiranti ancorati disposti in una direzione
$\sigma_{3Rd,max}$	=	15.06	15.06	15.06	15.06	MPa	resistenza a compressione per nodi compressi-tesi con tiranti ancorati disposti in più di una direzione

		Tipo B	Tipo B	Tipo C	Tipo C		
		Fz,max	V,max	Fz,max	V,max		
Mensola		i=8.75	i=8.75	i=8.25	i=8.25		
		NLi-dx5	NLi-sx5	NLi-sx3	NLi-sx3		
		P05-dx	P05-dx	P03-dx	P03-dx		

F_{Ed}	=	20255	9170.5	15328	13948	kN	azione verticale di calcolo appoggio 1
H_{Ed}	=	199	434.3	338	536	kN	azione orizzontale di calcolo appoggio 1

Geometria

a_c	=	1950	1950	1075	1075	mm	distanza asse appoggio 1 estradosso pila
B	=	3000	3000	3000	3000	mm	larghezza pulvino
h_c	=	3500	3000	3100	3100	mm	altezza pulvino
c	=	50	50	50	50	mm	copriferro
s	=	80	80	80	80	mm	altezza dente estradosso pulvino
b_1	=	1100	1100	1100	1100	mm	larghezza baggiolo 1
b_2	=	1100	1100	1100	1100	mm	lunghezza baggiolo 1
b_3	=	410	410	150	150	mm	altezza baggiolo 1
		H_{bi}	H_{bi}	H_{bi}	H_{be}		id baggioli
d	=	3450	2950	3050	3050	mm	altezza utile
z	=	2760	2360	2440	2440	mm	braccio della coppia interna
x_1	=	334.3	151.3	253.0	230.2	mm	larghezza collaborante pila
y_1	=	552.0	472.0	488.0	488.0	mm	altezza biella compressa
a	=	2117.1	2025.7	1201.5	1190.1	mm	distanza tra F_{Ed} e asse 1 larghezza pila collaborante
a_H	=	540	540	280	280	mm	distanza tra H_{Ed} e armatura

C	=	15576	7971	7587	6865	kN	risultante di compressione
-----	---	-------	------	------	------	----	----------------------------

T	=	15775	8405	7925	7401	kN	risultante di trazione
-----	---	-------	------	------	------	----	------------------------

Verifiche Puntone-Tirante

σ_c	=	4.70	2.81	2.59	2.34	MPa	tensione di compressione nel puntone
FS	=	4.29	7.18	7.79	8.61		check (if >1 verified)

n	=	80	80	80	80		numero ferri superiore
-----	---	----	----	----	----	--	------------------------

\emptyset	=	26	26	26	26	mm	diametro armatura superiore
-------------	---	----	----	----	----	----	-----------------------------

A_s	=	42474.3	42474.3	42474.3	42474.3	mm ²	area armatura superiore
-------	---	---------	---------	---------	---------	-----------------	-------------------------

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 80 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

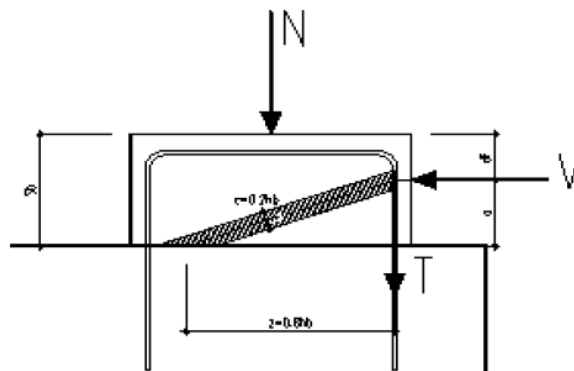
σ_s	=	371	198	187	174	MPa	tensione di trazione nel tirante
FS	=	1.05	1.98	2.10	2.25		check (if >1 verified)

Armatura a Taglio

		orizzontali	orizzontali	orizzontali	orizzontali		disposizione staffe
F_{wd}	=	3606.6	2190.8	4626.7	4229.8	kN	risultante forza di taglio
n_w	=	8	8	8	8		numero staffe
s_w	=	200	200	200	200	mm	passo staffe
\varnothing_w	=	20	20	20	20	mm	diametro staffe
k_2	=	0.50	0.50	0.25	0.25		coefficiente per l'armatura a taglio minima
$A_{s,ink}$	=	25882.2	11718.0	10618.6	10618.6	mm ²	armatura minima a taglio
A_{sw}	=	26604.9	25455.4	15098.4	14955.2	mm ²	armatura di progetto
σ_s	=	136	86	306	283	MPa	tensione di trazione staffe
FS	=	2.89	4.55	1.28	1.38		check (se >1 verificato)

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

b_0 = larghezza dell'appoggio

La verifica viene condotta per l'altezza minima e massima dei baggioli. Di seguito vengono riportati i calcoli eseguiti:

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 81 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

Bridge Cap - Strut & Tie Model

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	=	1.18	1.18		coefficiente per la resistenza del nodo compresso
β_2	=	1.00	1.00		coefficiente per la resistenza del nodo teso-compresso
β_3	=	0.88	0.88		coefficiente per la resistenza del nodo teso-compresso
$\sigma_{1Rd,max}$	=	24.99	24.99	MPa	resistenza a compressione per nodi compressi
$\sigma_{2Rd,max}$	=	21.18	21.18	MPa	resistenza a compressione per nodi compressi-tesi con tiranti ancorati disposti in una direzione
$\sigma_{3Rd,max}$	=	18.64	18.64	MPa	resistenza a compressione per nodi compressi-tesi con tiranti ancorati disposti in più di una direzione

	Fz,max	V,max		
Mensola	i=8.75	i=8.25		
	NLi-dx5	NLi-sx3		
	P05-dx	P03-dx		
F_{Ed}	=	20255	13948	kN azione verticale di calcolo appoggio 1
H_{Ed}	=	199	536	kN azione orizzontale di calcolo appoggio 1

Verifica baggiolo

b_1	=	1100	1100	mm	larghezza baggiolo
b_2	=	1100	1100	mm	lunghezza baggiolo
b_3	=	410	410	mm	altezza baggiolo
c	=	30	30	mm	copriferro
d	=	1070	1070	mm	altezza utile
z	=	856	856	mm	braccio della coppia interna
x_1	=	7.2	19.5	mm	larghezza collaborante
y_1	=	171.2	171.2	mm	altezza biella compressa
a	=	413.6	419.8		
α	=	0.45	0.46	rad	
C	=	220.76	597.09	kN	
T	=	96.04	262.88	kN	

Verifiche Puntone-Tirante

σ_c	=	0.59	1.59	MPa	risultante di compressione
FS	=	42.64	15.77		risultante di trazione
n	=	6	6		numero ferri superiore
\emptyset	=	20	20	mm	diametro armatura superiore
A_s	=	1885.0	1885.0	mm ²	area armatura superiore
σ_s	=	51	139	MPa	tensione di trazione nel tirante
FS	=	7.68	2.81		check (if >1 verified)

Verifiche armatura a fenditura

b_1	=	1100	1100	mm	larghezza baggiolo
b_3	=	410	150	mm	altezza baggiolo

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 82 di 124
	Nome file: VI08-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

b_0	=	950	950	mm	larghezza appoggio
T	=	837	576	kN	
A_s	=	2139	1473	mmq	armatura necessaria
ρ	=	100	100	mm	passo
nstr	=	4	2		numero strati
nbr	=	8	10		numero bracci x strato
\varnothing_w	=	16	16	mm	diametro staffe
A_{sw}	=	6594.8	3015.9	mm ²	armatura di progetto
		3.08	2.05		check (se >1 verificato)
		ok	ok		

7 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:

Dispositivo: SI-H 900/168

V	=	12310	kN	massimo carico verticale agente sull'isolatore in fase di sisma
F_{zd}	=	21220	kN	massimo carico verticale allo SLU in esercizio
K_e	=	5.3	kN/mm	rigidezza orizzontale equivalente
K_v	=	3546	kN/mm	rigidezza verticale
d	=	300	mm	massimo spostamento dell'isolatore
D_g	=	0.900	m	diametro dell'elastomero
W	=	1049	kg	peso dell'isolatore

A partire dal modello di calcolo globale sono state determinate le sollecitazioni elementari agenti in fase di sisma (S.L.C.) e statica (S.L.U.) sui singoli isolatori. Si sono poi analizzate tre combinazioni di carico per l'SLU e tre per l'SLC. Le combinazioni prese in considerazione sono le più gravose e sono caratterizzate dalla seguente matrice di combinazione:

Tabella 5: Matrice dei coefficienti di combinazione agli SLC

	Comb_SLC					
	SLC1	SLC2	SLC3	SLC4	SLC5	SLC6
01) g1-imp	1	1	1	1	1	1
02) g2	1	1	1	1	1	1
03) e2	1	1	1	1	1	1
04) e3.1	0.5	0	0.5	0	0.5	0
05) e3.2	0	0.5	0	0.5	0	0.5
06) q1	0	0	0	0	0	0
07) q1	0	0	0	0	0	0
08) q3	0	0	0	0	0	0
09) q4	0	0	0	0	0	0
10) q5-imp	0	0	0	0	0	0

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 83 di 124
	Nome file: VI08-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

11) SLC1	1	1	0	0	0	0
12) SLC2	0	0	1	1	0	0
13) SLC3	0	0	0	0	1	1

Tabella 6: Matrice dei coefficienti di combinazione agli SLU

	Comb_SLU					
	SLU1	SLU2	SLU3	SLU4	SLU5	SLU6
01) g1-imp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
02) g2	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
03) e2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
04) e3.1	0.72	0	1.2	0	0.72	0
05) e3.2	0	0.72	0	1.2	0	0.72
06) q1	1.01	1.01	1.01	1.01	1.35	1.35
07) q1	0	0	0	0	0	0
08) q3	0	0	0	0	0	0
09) q4	0	0	0	0	0	0
10) q5-imp	1.5	1.5	0.9	0.9	0.9	0.9
11) SLC1	0	0	0	0	0	0
12) SLC2	0	0	0	0	0	0
13) SLC3	0	0	0	0	0	0

Attraverso le sollecitazioni si sono calcolati gli spostamenti orizzontali subiti dall'isolatore. Gli 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 rigidità orizzontale equivalente dell'isolatore. Gli spostamenti nelle due direzioni sono stati, infine, combinati vettorialmente per effettuare la verifica di spostamento massimo dell'isolatore. Nel seguito riportiamo i carichi elementari, i valori combinati e gli spostamenti dell'isolatore dove:

P0i_NL_dx1 è l'isolatore destro della P0i-esima pila;

P0i_NL_sx1 è l'isolatore sinistro della P0i-esima pila;

Uh è la composizione vettoriale degli spostamenti Ux e Uy;

SLCj è la j-esima combinazione di carico analizzata allo stato limite di collasso;

SLUj è la j-esima combinazione di carico analizzata allo stato limite ultimo.

P01_NLi-dx1	P=FZ	V2=FX	V3=FY	Ux [mm]	Uy [mm]	Uh [mm]
SLC1	5407.0	609.8	79.0	115.1	14.9	116.0
SLC2	5382.8	691.0	79.8	130.4	15.1	131.3
SLC3	5419.7	273.7	220.6	51.6	41.6	66.3
SLC4	5395.5	354.9	221.4	67.0	41.8	78.9
SLC5	5555.4	266.2	70.7	50.2	13.3	52.0
SLC6	5531.3	347.5	71.5	65.6	13.5	66.9
SLU1	9902.6	197.9	329.5	37.3	62.2	72.5
SLU2	9867.8	314.9	330.6	59.4	62.4	86.2
SLU3	9974.9	221.9	201.3	41.9	38.0	56.5
SLU4	9917.0	416.9	203.3	78.7	38.4	87.5
SLU5	10793.3	179.9	201.5	33.9	38.0	51.0
SLU6	10758.5	296.9	202.6	56.0	38.2	67.8
P01_NLi-sx1	P=FZ	V2=FX	V3=FY	Ux [mm]	Uy [mm]	Uh [mm]
SLC1	5313.2	620.5	79.0	117.1	14.9	118.0
SLC2	5289.0	702.3	79.8	132.5	15.1	133.4
SLC3	5326.5	282.0	220.6	53.2	41.6	67.6
SLC4	5302.3	363.8	221.4	68.6	41.8	80.4

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 84 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

SLC5	5461.8	274.9	70.7	51.9	13.3	53.6
SLC6	5437.7	356.7	71.5	67.3	13.5	68.6
SLU1	10432.4	184.9	330.5	34.9	62.4	71.5
SLU2	10397.6	302.7	331.7	57.1	62.6	84.7
SLU3	10505.0	218.0	202.4	41.1	38.2	56.1
SLU4	10447.1	414.4	204.3	78.2	38.6	87.2
SLU5	11539.6	175.8	202.9	33.2	38.3	50.6
SLU6	11504.8	293.6	204.0	55.4	38.5	67.5
P02_NLi-dx2	P=FZ	V2=FX	V3=FY	Ux [mm]	Uy [mm]	Uh [mm]
SLC1	6560.3	550.1	127.6	103.8	24.1	106.5
SLC2	6556.3	600.1	131.4	113.2	24.8	115.9
SLC3	6598.3	229.8	289.4	43.4	54.6	69.7
SLC4	6594.3	279.9	293.2	52.8	55.3	76.5
SLC5	6687.2	222.8	113.4	42.0	21.4	47.2
SLC6	6683.1	272.9	117.3	51.5	22.1	56.0
SLU1	12004.8	145.8	474.1	27.5	89.5	93.6
SLU2	11999.0	217.9	479.6	41.1	90.5	99.4
SLU3	11996.1	155.4	306.2	29.3	57.8	64.8
SLU4	11986.4	275.4	315.4	52.0	59.5	79.0
SLU5	13061.8	129.6	306.2	24.5	57.8	62.7
SLU6	13056.0	201.6	311.7	38.0	58.8	70.0
P02_NLi-sx2	P=FZ	V2=FX	V3=FY	Ux [mm]	Uy [mm]	Uh [mm]
SLC1	6399.2	548.2	127.6	103.4	24.1	106.2
SLC2	6394.6	598.8	131.4	113.0	24.8	115.7
SLC3	6437.1	226.2	289.4	42.7	54.6	69.3
SLC4	6432.5	276.9	293.2	52.2	55.3	76.1
SLC5	6526.4	219.6	113.4	41.4	21.4	46.6
SLC6	6521.8	270.2	117.3	51.0	22.1	55.6
SLU1	12520.0	124.5	478.5	23.5	90.3	93.3
SLU2	12513.4	197.5	483.9	37.3	91.3	98.6
SLU3	12513.9	141.1	310.6	26.6	58.6	64.4
SLU4	12502.8	262.6	319.7	49.5	60.3	78.1
SLU5	13814.0	114.9	312.0	21.7	58.9	62.7
SLU6	13807.4	187.8	317.5	35.4	59.9	69.6
P03_NLi-dx3	P=FZ	V2=FX	V3=FY	Ux [mm]	Uy [mm]	Uh [mm]
SLC1	7414.0	494.5	119.7	93.3	22.6	96.0
SLC2	7408.5	508.1	127.9	95.9	24.1	98.9
SLC3	7449.9	172.5	300.7	32.6	56.7	65.4
SLC4	7444.5	186.2	308.8	35.1	58.3	68.0
SLC5	7540.4	165.7	104.5	31.3	19.7	37.0
SLC6	7535.0	179.3	112.6	33.8	21.2	40.0
SLU1	13487.1	61.1	532.1	11.5	100.4	101.1
SLU2	13479.2	80.8	543.8	15.2	102.6	103.7
SLU3	13479.3	56.1	334.7	10.6	63.2	64.0
SLU4	13466.2	89.0	354.2	16.8	66.8	68.9
SLU5	14642.2	49.1	332.3	9.3	62.7	63.4
SLU6	14634.4	68.8	344.0	13.0	64.9	66.2
P03_NLi-sx3	P=FZ	V2=FX	V3=FY	Ux [mm]	Uy [mm]	Uh [mm]
SLC1	7209.1	492.7	119.7	93.0	22.6	95.7

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 85 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

SLC2	7207.8	507.0	127.9	95.7	24.1	98.6
SLC3	7244.4	170.7	300.7	32.2	56.7	65.2
SLC4	7243.2	184.9	308.8	34.9	58.3	67.9
SLC5	7334.9	163.9	104.5	30.9	19.7	36.7
SLC6	7333.6	178.1	112.6	33.6	21.2	39.8
SLU1	13937.7	54.8	537.3	10.3	101.4	101.9
SLU2	13935.9	75.3	549.0	14.2	103.6	104.6
SLU3	13913.6	51.8	339.9	9.8	64.1	64.9
SLU4	13910.5	85.9	359.4	16.2	67.8	69.7
SLU5	15328.5	44.5	339.3	8.4	64.0	64.6
SLU6	15326.6	65.0	351.0	12.3	66.2	67.4
P04_NLi-dx4	P=FZ	V2=FX	V3=FY	Ux [mm]	Uy [mm]	Uh [mm]
SLC1	7257.6	494.7	104.9	93.3	19.8	95.4
SLC2	7256.3	516.3	115.9	97.4	21.9	99.8
SLC3	7296.0	178.2	289.4	33.6	54.6	64.1
SLC4	7294.7	199.8	300.3	37.7	56.7	68.1
SLC5	7386.9	171.4	96.2	32.3	18.1	37.1
SLC6	7385.6	193.0	107.1	36.4	20.2	41.6
SLU1	13345.6	51.6	506.4	9.7	95.5	96.0
SLU2	13343.8	82.7	522.2	15.6	98.5	99.8
SLU3	13321.5	58.7	318.9	11.1	60.2	61.2
SLU4	13318.4	110.5	345.2	20.8	65.1	68.4
SLU5	14518.9	47.6	316.0	9.0	59.6	60.3
SLU6	14517.0	78.7	331.8	14.8	62.6	64.3
P04_NLi-sx4	P=FZ	V2=FX	V3=FY	Ux [mm]	Uy [mm]	Uh [mm]
SLC1	7127.6	495.5	104.9	93.5	19.8	95.6
SLC2	7118.1	517.1	115.9	97.6	21.9	100.0
SLC3	7165.3	179.3	289.4	33.8	54.6	64.2
SLC4	7155.8	201.0	300.3	37.9	56.7	68.2
SLC5	7252.7	172.4	96.2	32.5	18.1	37.3
SLC6	7243.2	194.1	107.1	36.6	20.2	41.8
SLU1	13741.1	62.9	512.6	11.9	96.7	97.4
SLU2	13727.3	94.0	528.4	17.7	99.7	101.3
SLU3	13749.2	66.1	325.1	12.5	61.3	62.6
SLU4	13726.3	118.0	351.4	22.3	66.3	69.9
SLU5	15112.1	55.0	324.2	10.4	61.2	62.0
SLU6	15098.4	86.1	340.0	16.2	64.2	66.2
P05_NLi-dx5	P=FZ	V2=FX	V3=FY	Ux [mm]	Uy [mm]	Uh [mm]
SLC1	9851.4	546.0	97.2	103.0	18.3	104.6
SLC2	9801.7	601.9	106.5	113.6	20.1	115.3
SLC3	9893.8	233.2	255.0	44.0	48.1	65.2
SLC4	9844.2	289.1	264.3	54.5	49.9	73.9
SLC5	10022.6	224.7	92.9	42.4	17.5	45.9
SLC6	9973.0	280.6	102.2	52.9	19.3	56.3
SLU1	18517.5	126.4	411.6	23.8	77.7	81.2
SLU2	18446.0	206.8	425.0	39.0	80.2	89.2
SLU3	18667.3	149.0	272.1	28.1	51.3	58.5
SLU4	18548.1	283.1	294.4	53.4	55.5	77.1
SLU5	20255.9	120.2	272.2	22.7	51.4	56.1
SLU6	20184.4	200.7	285.6	37.9	53.9	65.9
P05_NLi-sx5	P=FZ	V2=FX	V3=FY	Ux [mm]	Uy [mm]	Uh [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: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 86 di 124
	Nome file: VI08-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

SLC1	6834.9	552.1	97.2	104.2	18.3	105.8
SLC2	6830.8	609.3	106.5	115.0	20.1	116.7
SLC3	6881.2	236.3	255.0	44.6	48.1	65.6
SLC4	6877.2	293.5	264.3	55.4	49.9	74.5
SLC5	6983.0	228.8	92.9	43.2	17.5	46.6
SLC6	6978.9	285.9	102.2	54.0	19.3	57.3
SLU1	13210.3	123.1	401.9	23.2	75.8	79.3
SLU2	13204.4	205.4	415.3	38.8	78.3	87.4
SLU3	13201.6	149.3	262.3	28.2	49.5	56.9
SLU4	13191.8	286.5	284.6	54.1	53.7	76.2
SLU5	14544.3	119.7	259.1	22.6	48.9	53.9
SLU6	14538.5	202.1	272.5	38.1	51.4	64.0

	P=FZ	V2=FX	V3=FY	Ux [mm]	Uy [mm]	Uh [mm]
--	------	-------	-------	---------	---------	---------

Riportiamo, ora, il prospetto delle verifiche effettuate con i relativi fattori di sicurezza:

Dispositivo: SI-H 900/168

V	=	12310	kN	massimo carico verticale agente sull'isolatore in fase di sisma
F _{zd}	=	21220	kN	massimo carico verticale allo SLU in esercizio
K _e	=	5.3	kN/mm	rigidezza orizzontale equivalente
K _v	=	3546	kN/mm	rigidezza verticale
d	=	300	mm	massimo spostamento dell'isolatore
D _g	=	0.900	m	diametro dell'elastomero
W	=	1049	kg	peso dell'isolatore

V_{Sd,max}	=	10023	kN	massimo carico verticale agente sull'isolatore in fase di sisma
F_{Sd,zd}	=	20256	kN	massimo carico verticale allo SLU in esercizio
d_{max}	=	133	mm	spostamento massimo dell'impalcato
FS	=	1.23	ok	verifica sull'isolatore in fase di sisma
FS	=	1.05	ok	verifica sull'isolatore per carico verticale allo SLU in esercizio
FS	=	2.25	ok	spostamento dell'isolatore
d _{giunto}	=	267	mm	massima escursione del giunto
d_{max} SLC	=	133	mm	spostamento massimo in fase di sisma
d_{max} SLU	=	105	mm	spostamento massimo allo SLU

Le verifiche sul massimo carico agente in fase sismica e all'SLU sono soddisfatte con un fattore di sicurezza maggiore di 1. Il massimo spostamento dell'isolatore è pari a 133 mm, inferiore quindi al massimo spostamento consentito all'isolatore, pari a 300 mm. Dunque, l'isolatore scelto è completamente verificato per la carreggiata DX del viadotto in esame.

8 VERIFICA DI RESISTENZA DEI PALI DI FONDAZIONE

8.1 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 DX 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}	=	286.0 kN	taglio alla testa del palo
N	=	2789 kN	sforzo assiale alla testa del palo
M _{max}	=	818 kNm	massimo momento flettente

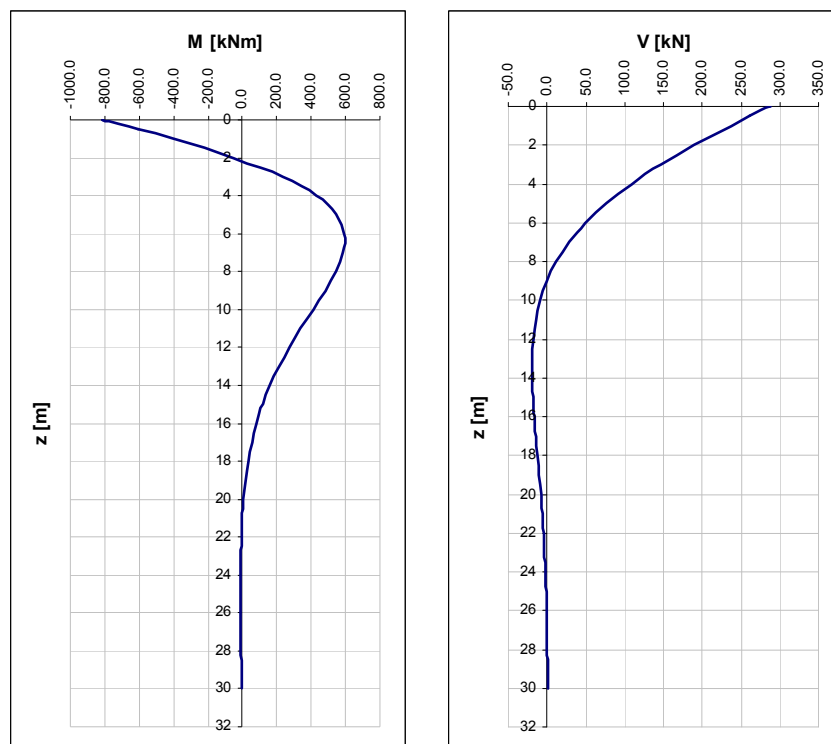


Figura 14: Sollecitazioni di taglio e momento flettente

8.1.1 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]	\emptyset [mm]	n	s [cm]	M_{Ed} [kN*m]	N_{Ed} [kN]	M_{res} [kN*m]	
gabbia	-1.2	34	36.2	5	22	16	27.5	818	2789	2925	3.58 OK

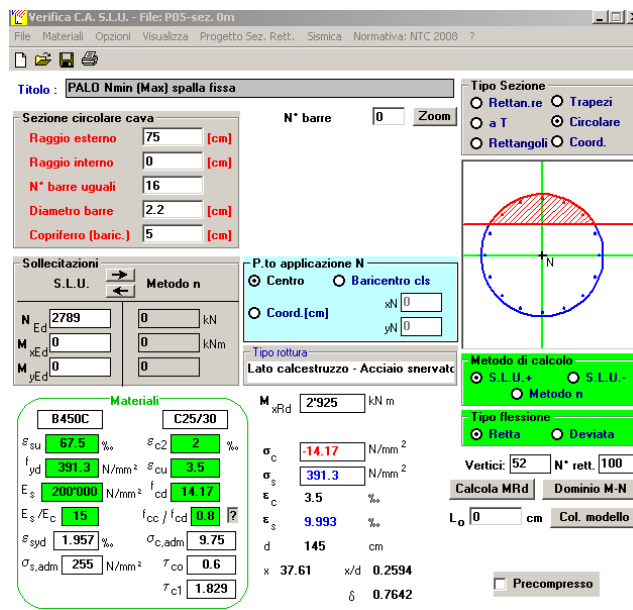


Figura 15: Momento resistente

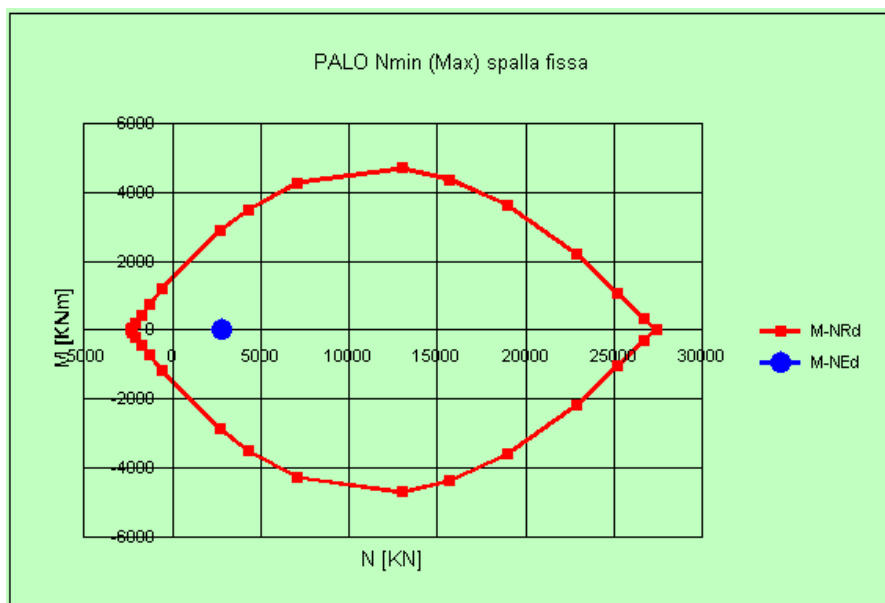


Figura 16: Domino di resistenza

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 89 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

8.1.2 S.L.U. – Resistenza: taglio

Si dispongono spirali Ø12/150 per lintera 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

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

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

dove:

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

D : diametro della sezione

d : altezza utile della sezione

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

A_{sw} : area dell'armatura trasversale

s : interasse tra due armature trasversali consecutive

α_c : coefficiente maggiorativo per lo sforzo assiale

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

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

Sollecitazioni

V_{Sd} = 286 kN taglio di calcolo

N_{Sd} = 2789 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: Busita III		
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX		
	Pagina 90 di 124		
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.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}	=	1.5783	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}	=	916.06	kN	taglio resistente
V_{Sd}	=	286	kN	taglio di calcolo
FS	=	3.20	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	mmq	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
α_c	=	1.11185		
$\cot(\theta)$	=	2.500		valore di calcolo
V_{Rsd}	=	1490.97	kN	Resistenza "taglio trazione"
V_{Rcd}	=	3690.65	kN	Resistenza "taglio compressione"
V_{Rd}	=	1490.97	kN	Resistenza a taglio
V_{Sd}	=	286	kN	taglio di calcolo
FS	=	5.21	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: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 91 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

8.1.3 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 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.

	SLE_Frequente			SLE_Quasi Permanente		
	N	V	M	N	V	M
Comb	kN	kN	kNm	kN	kN	kNm
Nmax	6633	75	214	5613	63	180
Nmin	2474	88	252	3177	76	217
Vmax	2474	88	252	3177	76	217

Tabella 7: 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	25
200	32	16
240	20	12
280	16	8
320	12	6
360	10	-
Spaziatura massima delle barre per il controllo della fessurazione		
σ_s	w3=0.40 mm	w2=0.30 mm
[MPa]	spaziatura	spaziatura
160	300	300
200	300	250
240	250	200
280	200	150
320	150	100
360	100	50

Frequente	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		

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 92 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

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 Frequente Nmin. Come si evince la sezione del palo non presenta sollecitazioni di trazione.

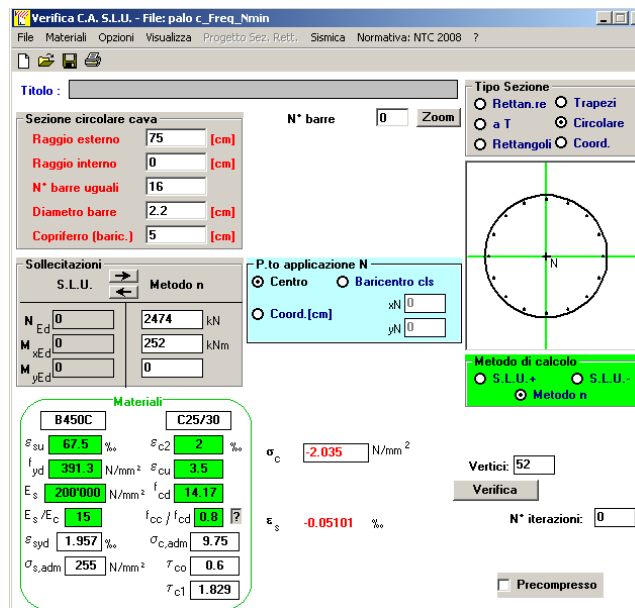


Figura 17: Stato tensionale comb. Frequente N_{min}

8.1.4 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.

	SLE_Caratteristica			SLE_Quasi Permanente		
	N	V	M	N	V	M
Comb	kN	kN	kNm	kN	kN	kNm
Nmax	6852	97	227	5613	63	180
Nmin	2366	102	292	3177	76	217
Vmax	2366	102	292	3177	76	217

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 93 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

	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
$\sigma_{c,Sd}$	=	4.3	2.1	[MPa]	tensione di calcolo del cls in esercizio
		3.45	7.16		se >1 verifica soddisfatta
		verifica_ok	verifica_ok		

	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
$\sigma_{c,Sd}$	=	3.5	2.3	[MPa]	tensione di calcolo del cls in esercizio
		3.18	4.84		se >1 verifica soddisfatta
		verifica_ok	verifica_ok		

	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
$\sigma_{s,Sd}$	=	-	-	[MPa]	tensione di calcolo dell'acciaio in esercizio
		tutta compressa	tutta compressa		se >1 verifica soddisfatta
		verifica_ok	verifica_ok		

9 ANALISI DEL PLINTO DI FONDAZIONE

Il plinto presenta pianta quadrata di lato 6.50×11,00 m ed altezza pari a 2,50 m. Esso è fondato su n. 6 pali Ø1500 mm posti ad interasse di 4.50 m.

Nella presente relazione si riportano le verifiche del solo plinto di fondazione della carreggiata destra in corrispondenza della pila P05 in quanto quella soggetta alle azioni più sfavorevoli.

I risultati ottenuti si estendono a tutti i plinti della carreggiata destra.

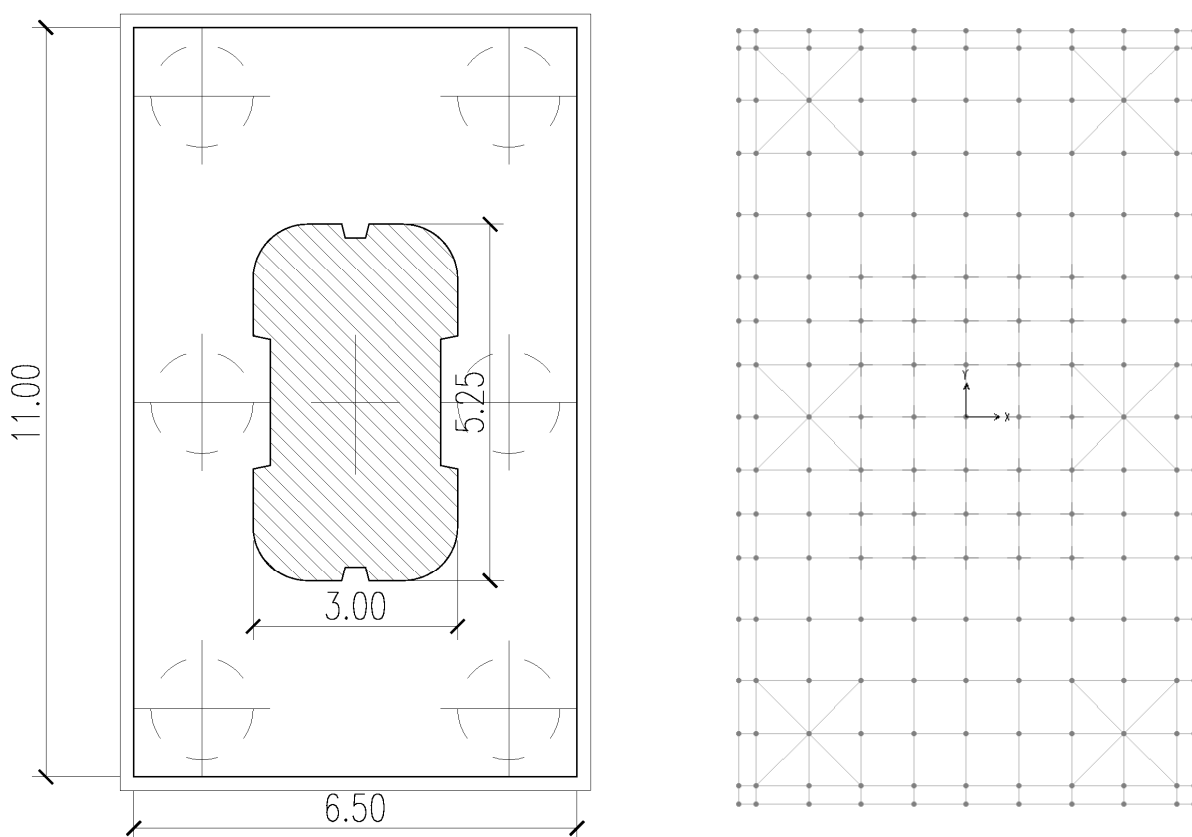


Figura 18: Plinto di Fondazione carreggiata DX

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*).

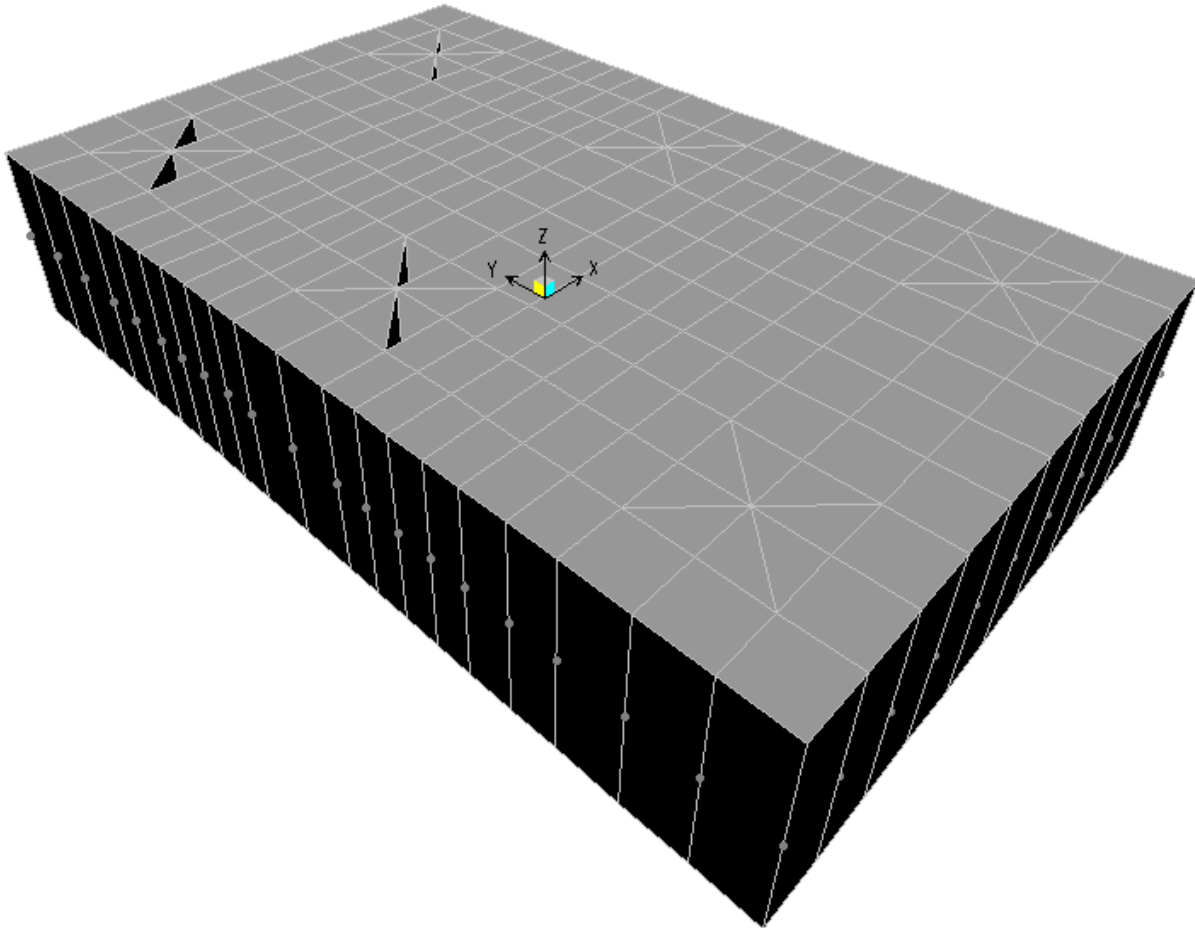


Figura 19: Vista 3d del modello agli elementi finiti

9.1 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 P05, 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 P05 carreggiata destra

Joint	LoadCase	N
PALI	Combinazione	KN
P01	SLU-1	6993
P01	SLU-2	7166
P01	SLU-3	7951
P01	SLU-4	8124

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA
 ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19
 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"
 AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B
 DEL D.M. 5.11.2001
 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19
Progetto Esecutivo

Opera: **Busita III**

Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX

Pagina 96 di 124

Nome file:
 VI08-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

Joint	LoadCase	N
PALI	Combinazione	KN
P01	SLU-5	5157
P01	SLU-6	5331
P01	SLU-7	6115
P01	SLU-8	6289
P01	SLU-9	6775
P01	SLU-10	6949
P01	SLU-11	7733
P01	SLU-12	7906
P01	SLU-13	5398
P01	SLU-14	5572
P01	SLU-15	6356
P01	SLU-16	6530
P01	SLU-17	6619
P01	SLU-18	6793
P01	SLU-19	7577
P01	SLU-20	7751
P01	SLU-21	5242
P01	SLU-22	5416
P01	SLU-23	6200
P01	SLU-24	6374
P01	SLU-25	6300
P01	SLU-26	6473
P01	SLU-27	7896
P01	SLU-28	8070
P01	SLU-29	4923
P01	SLU-30	5096
P01	SLU-31	6519
P01	SLU-32	6693
P01	SLU-33	6662
P01	SLU-34	6952
P01	SLU-35	7620
P01	SLU-36	7910
P01	SLU-37	5286
P01	SLU-38	5575
P01	SLU-39	6244
P01	SLU-40	6533
P01	SLV-1	5242
P01	SLV-2	5363
P01	SLV-3	4388
P01	SLV-4	4508
P01	SLV-5	4629
P01	SLV-6	4749
P01	SLR-1	4950
P01	SLR-2	5095
P01	SLR-3	5589
P01	SLR-4	5733
P01	SLR-5	4308

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA
 ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19
 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"
 AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B
 DEL D.M. 5.11.2001
 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19
Progetto Esecutivo

Opera: **Busita III**

Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX

Pagina 97 di 124

Nome file:
 V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

Joint	LoadCase	N
PALI	Combinazione	KN
P01	SLR-6	4453
P01	SLR-7	4946
P01	SLR-8	5091
P01	SLF-1	5163
P01	SLF-2	5307
P01	SLF-3	5376
P01	SLF-4	5520
P01	SLF-5	4521
P01	SLF-6	4665
P01	SLF-7	4734
P01	SLF-8	4878
P01	SLQP-1	4429
P01	SLQP-2	4550
P02	SLU-1	9536
P02	SLU-2	9639
P02	SLU-3	8548
P02	SLU-4	8650
P02	SLU-5	10530
P02	SLU-6	10632
P02	SLU-7	9541
P02	SLU-8	9644
P02	SLU-9	9400
P02	SLU-10	9503
P02	SLU-11	8412
P02	SLU-12	8514
P02	SLU-13	10145
P02	SLU-14	10248
P02	SLU-15	9157
P02	SLU-16	9259
P02	SLU-17	9143
P02	SLU-18	9245
P02	SLU-19	8154
P02	SLU-20	8257
P02	SLU-21	9888
P02	SLU-22	9990
P02	SLU-23	8899
P02	SLU-24	9002
P02	SLU-25	9472
P02	SLU-26	9575
P02	SLU-27	7825
P02	SLU-28	7927
P02	SLU-29	10217
P02	SLU-30	10320
P02	SLU-31	8570
P02	SLU-32	8672
P02	SLU-33	9244
P02	SLU-34	9415

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA
 ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19
 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"
 AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B
 DEL D.M. 5.11.2001
 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19
Progetto Esecutivo

Opera: **Busita III**

Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX

Pagina 98 di 124

Nome file:
 VI08-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

Joint	LoadCase	N
PALI	Combinazione	KN
P02	SLU-35	8256
P02	SLU-36	8426
P02	SLU-37	9989
P02	SLU-38	10160
P02	SLU-39	9001
P02	SLU-40	9172
P02	SLV-1	6665
P02	SLV-2	6736
P02	SLV-3	6366
P02	SLV-4	6437
P02	SLV-5	6042
P02	SLV-6	6113
P02	SLR-1	6767
P02	SLR-2	6852
P02	SLR-3	6108
P02	SLR-4	6193
P02	SLR-5	4466
P02	SLR-6	4551
P02	SLR-7	3807
P02	SLR-8	3892
P02	SLF-1	6547
P02	SLF-2	6633
P02	SLF-3	6327
P02	SLF-4	6413
P02	SLF-5	4246
P02	SLF-6	4332
P02	SLF-7	4027
P02	SLF-8	4112
P02	SLQP-1	5542
P02	SLQP-2	5613
P03	SLU-1	8265
P03	SLU-2	8403
P03	SLU-3	8249
P03	SLU-4	8387
P03	SLU-5	7843
P03	SLU-6	7981
P03	SLU-7	7828
P03	SLU-8	7966
P03	SLU-9	8088
P03	SLU-10	8226
P03	SLU-11	8072
P03	SLU-12	8210
P03	SLU-13	7772
P03	SLU-14	7910
P03	SLU-15	7756
P03	SLU-16	7895
P03	SLU-17	7881

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA
 ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19
 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"
 AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B
 DEL D.M. 5.11.2001
 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19
Progetto Esecutivo

Opera: **Busita III**

Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX

Pagina 99 di 124

Nome file:
 VI08-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

Joint	LoadCase	N
PALI	Combinazione	KN
P03	SLU-18	8019
P03	SLU-19	7866
P03	SLU-20	8004
P03	SLU-21	7565
P03	SLU-22	7703
P03	SLU-23	7550
P03	SLU-24	7688
P03	SLU-25	7886
P03	SLU-26	8024
P03	SLU-27	7860
P03	SLU-28	7999
P03	SLU-29	7570
P03	SLU-30	7708
P03	SLU-31	7545
P03	SLU-32	7683
P03	SLU-33	7953
P03	SLU-34	8183
P03	SLU-35	7938
P03	SLU-36	8168
P03	SLU-37	7637
P03	SLU-38	7868
P03	SLU-39	7622
P03	SLU-40	7852
P03	SLV-1	5954
P03	SLV-2	6049
P03	SLV-3	5377
P03	SLV-4	5473
P03	SLV-5	5335
P03	SLV-6	5431
P03	SLR-1	5858
P03	SLR-2	5973
P03	SLR-3	5848
P03	SLR-4	5963
P03	SLR-5	4387
P03	SLR-6	4502
P03	SLR-7	4377
P03	SLR-8	4492
P03	SLF-1	5855
P03	SLF-2	5970
P03	SLF-3	5852
P03	SLF-4	5967
P03	SLF-5	4383
P03	SLF-6	4499
P03	SLF-7	4380
P03	SLF-8	4495
P03	SLQP-1	4985
P03	SLQP-2	5081

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA
 ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19
 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"
 AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B
 DEL D.M. 5.11.2001
 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19
Progetto Esecutivo

Opera: **Busita III**

Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX

Pagina 100 di 124

Nome file:
 VI08-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

Joint	LoadCase	N
PALI	Combinazione	KN
P04	SLU-1	6343
P04	SLU-2	6226
P04	SLU-3	7314
P04	SLU-4	7197
P04	SLU-5	4508
P04	SLU-6	4390
P04	SLU-7	5478
P04	SLU-8	5361
P04	SLU-9	5712
P04	SLU-10	5594
P04	SLU-11	6683
P04	SLU-12	6565
P04	SLU-13	4335
P04	SLU-14	4218
P04	SLU-15	5306
P04	SLU-16	5188
P04	SLU-17	5970
P04	SLU-18	5852
P04	SLU-19	6940
P04	SLU-20	6823
P04	SLU-21	4593
P04	SLU-22	4475
P04	SLU-23	5564
P04	SLU-24	5446
P04	SLU-25	5646
P04	SLU-26	5528
P04	SLU-27	7264
P04	SLU-28	7146
P04	SLU-29	4269
P04	SLU-30	4151
P04	SLU-31	5887
P04	SLU-32	5770
P04	SLU-33	5909
P04	SLU-34	5713
P04	SLU-35	6879
P04	SLU-36	6683
P04	SLU-37	4532
P04	SLU-38	4336
P04	SLU-39	5503
P04	SLU-40	5306
P04	SLV-1	2871
P04	SLV-2	2789
P04	SLV-3	3170
P04	SLV-4	3088
P04	SLV-5	3584
P04	SLV-6	3503
P04	SLR-1	4450

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA
 ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19
 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"
 AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B
 DEL D.M. 5.11.2001
 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19
Progetto Esecutivo

Opera: **Busita III**

Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX

Pagina 101 di 124

Nome file:
 V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

Joint	LoadCase	N
PALI	Combinazione	KN
P04	SLR-2	4352
P04	SLR-3	5097
P04	SLR-4	4999
P04	SLR-5	3808
P04	SLR-6	3710
P04	SLR-7	4455
P04	SLR-8	4357
P04	SLF-1	4666
P04	SLF-2	4568
P04	SLF-3	4881
P04	SLF-4	4783
P04	SLF-5	4024
P04	SLF-6	3926
P04	SLF-7	4240
P04	SLF-8	4142
P04	SLQP-1	3955
P04	SLQP-2	3874
P05	SLU-1	8887
P05	SLU-2	8698
P05	SLU-3	7911
P05	SLU-4	7722
P05	SLU-5	9880
P05	SLU-6	9691
P05	SLU-7	8904
P05	SLU-8	8716
P05	SLU-9	8337
P05	SLU-10	8149
P05	SLU-11	7362
P05	SLU-12	7173
P05	SLU-13	9082
P05	SLU-14	8894
P05	SLU-15	8107
P05	SLU-16	7918
P05	SLU-17	8493
P05	SLU-18	8305
P05	SLU-19	7518
P05	SLU-20	7329
P05	SLU-21	9238
P05	SLU-22	9049
P05	SLU-23	8263
P05	SLU-24	8074
P05	SLU-25	8819
P05	SLU-26	8630
P05	SLU-27	7192
P05	SLU-28	7004
P05	SLU-29	9563
P05	SLU-30	9375

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA
 ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19
 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"
 AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B
 DEL D.M. 5.11.2001
 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19
Progetto Esecutivo

Opera: **Busita III**

Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX

Pagina 102 di 124

Nome file:
 VI08-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

Joint	LoadCase	N
PALI	Combinazione	KN
P05	SLU-31	7937
P05	SLU-32	7749
P05	SLU-33	8490
P05	SLU-34	8176
P05	SLU-35	7515
P05	SLU-36	7200
P05	SLU-37	9235
P05	SLU-38	8921
P05	SLU-39	8260
P05	SLU-40	7945
P05	SLV-1	4294
P05	SLV-2	4163
P05	SLV-3	5148
P05	SLV-4	5017
P05	SLV-5	4997
P05	SLV-6	4866
P05	SLR-1	6267
P05	SLR-2	6110
P05	SLR-3	5616
P05	SLR-4	5459
P05	SLR-5	3966
P05	SLR-6	3809
P05	SLR-7	3316
P05	SLR-8	3159
P05	SLF-1	6050
P05	SLF-2	5893
P05	SLF-3	5833
P05	SLF-4	5676
P05	SLF-5	3750
P05	SLF-6	3592
P05	SLF-7	3533
P05	SLF-8	3375
P05	SLQP-1	5068
P05	SLQP-2	4937
P06	SLU-1	7615
P06	SLU-2	7462
P06	SLU-3	7613
P06	SLU-4	7460
P06	SLU-5	7194
P06	SLU-6	7041
P06	SLU-7	7191
P06	SLU-8	7038
P06	SLU-9	7025
P06	SLU-10	6872
P06	SLU-11	7022
P06	SLU-12	6869
P06	SLU-13	6709

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA
 ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19
 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"
 AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B
 DEL D.M. 5.11.2001
 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19
Progetto Esecutivo

Opera: **Busita III**

Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX

Pagina 103 di 124

Nome file:
 VI08-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

Joint	LoadCase	N
PALI	Combinazione	KN
P06	SLU-14	6556
P06	SLU-15	6706
P06	SLU-16	6553
P06	SLU-17	7231
P06	SLU-18	7078
P06	SLU-19	7229
P06	SLU-20	7076
P06	SLU-21	6915
P06	SLU-22	6762
P06	SLU-23	6913
P06	SLU-24	6760
P06	SLU-25	7232
P06	SLU-26	7079
P06	SLU-27	7228
P06	SLU-28	7075
P06	SLU-29	6916
P06	SLU-30	6763
P06	SLU-31	6912
P06	SLU-32	6759
P06	SLU-33	7199
P06	SLU-34	6944
P06	SLU-35	7197
P06	SLU-36	6942
P06	SLU-37	6883
P06	SLU-38	6628
P06	SLU-39	6881
P06	SLU-40	6626
P06	SLV-1	3582
P06	SLV-2	3476
P06	SLV-3	4159
P06	SLV-4	4053
P06	SLV-5	4291
P06	SLV-6	4184
P06	SLR-1	5358
P06	SLR-2	5231
P06	SLR-3	5357
P06	SLR-4	5229
P06	SLR-5	3887
P06	SLR-6	3760
P06	SLR-7	3886
P06	SLR-8	3758
P06	SLF-1	5358
P06	SLF-2	5230
P06	SLF-3	5357
P06	SLF-4	5230
P06	SLF-5	3887
P06	SLF-6	3759

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 104 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

Joint	LoadCase	N
PALI	Combinazione	KN
P06	SLF-7	3886
P06	SLF-8	3759
P06	SLQP-1	4512
P06	SLQP-2	4405

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 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.

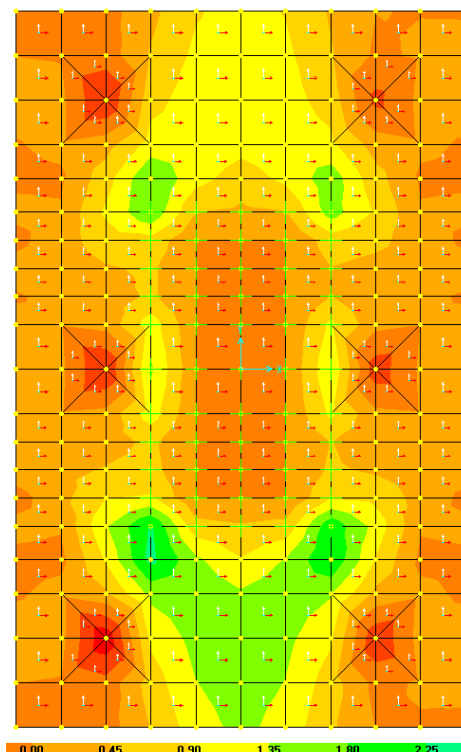


Figura 20: Momento longitudinale $M_{11}=M_x$

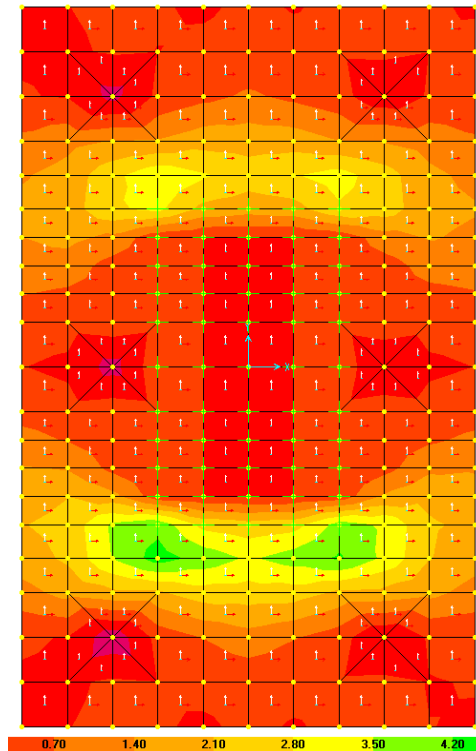


Figura 21: Momento trasversale $M_{22}=M_y$

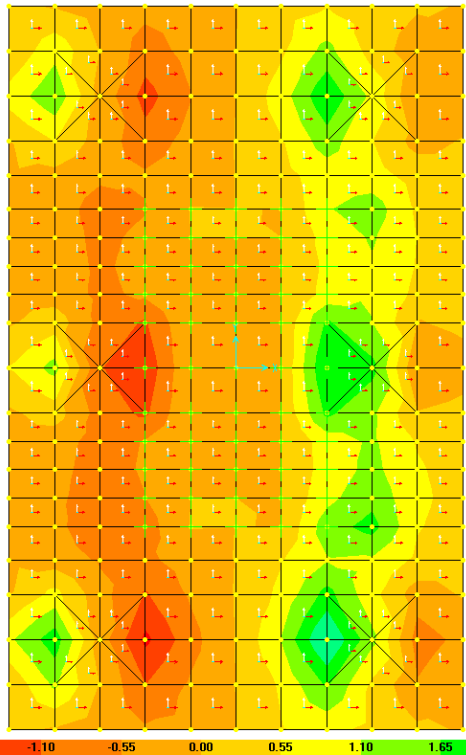


Figura 22: Taglio longitudinale V13=Fx

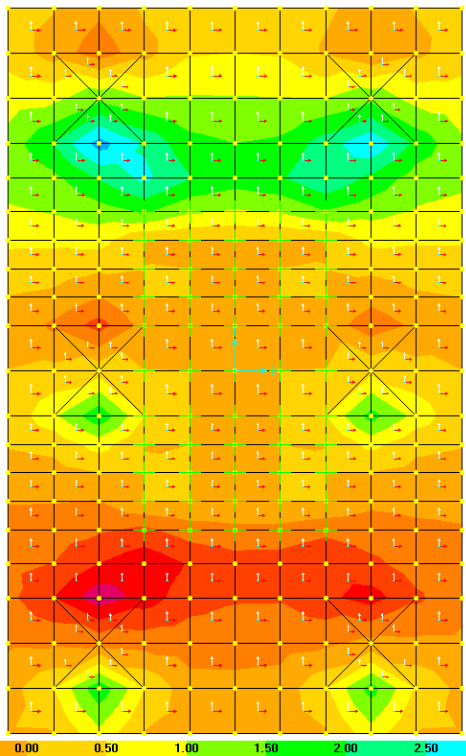


Figura 23: Taglio trasversale V23=Fy

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: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 107 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

9.3 VERIFICA DELLA SEZIONE DEL PLINTO

9.3.1 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:

PLINTO DI FONDAZIONE

Momento trasversale M22=My				M _{Sd}	M _{Rd}	FS		
x1				kNm	kNm			
Arm-inf	10 Φ 26	+	5 Φ 20	4880	6396	1.31	OK	momento trasversale My+=M22
Arm-sup	5 Φ 18	+	0 Φ 0	170	1207	7.10	OK	momento trasversale My-=M22-

Momento longitudinale M11=Mx				M _{Sd}	M _{Rd}	FS		
y1				kNm	kNm			
Arm-inf	10 Φ 26	+	0 Φ 0	2514	4974	1.98	OK	momento longitudinale Mx+=M11+
Arm-sup	5 Φ 18	+	0 Φ 0	250	1207	4.83	OK	momento longitudinale Mx-=M11-

9.3.2 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: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 108 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

sezione di verifica **plinto P05** **plinto P05**
corrispondente a V13max V23max

Sollecitazioni

V = **2600** **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} = 30.0 30.0 MPa resistenza caratteristica cubica
f_{ck} = 24.9 24.9 MPa resistenza caratteristica cilindrica
γ_c = 1.5 1.5 coefficiente parziale di sicurezza
α_{cc} = 0.9 0.9 coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
f_{cd} = 14.1 14.1 MPa resistenza di calcolo a compressione
γ_s = 1.15 1.15 coefficiente di sicurezza acciaio
f_{yk} = 450.0 450.0 MPa tensione caratteristica di snervamento acciaio
f_{yd} = 391.3 391.3 MPa tensione di snervamento di calcolo dell'acciaio

Verifica per elementi sprovvisti di armatura a taglio

A_{sl} = 6581.0 8152.0 mm² armatura longitudinale
ρ_l = 0.00263 0.00326 rapporto geometrico di armatura longitudinale
k = 1.3 1.3
V_{min} = 0.3 0.3
σ_{cp} = 0.0 0.0 MPa tensione media calcestruzzo
σ_{cp,ad} = 0.0 0.0 MPa tensione media di compressione adottata (<=0.2f_{cd})
V_{Rd} = **707.4** **759.7** 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 mm² area armatura trasversale posta nell'interasse s
ctgΘ (V) = 14.9 12.9
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} = 7.06 7.06 MPa resistenza ridotta
V_{Rcd} = **11111.6** **11111.6** kN taglio resistente calcestruzzo
V_{Rd} = **3903.3** **3903.3** kN taglio resistente sezione
FS = 1.5 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: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 109 di 124
	Nome file: VI08-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

9.3.3 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 ordinarie (classe di esposizione XC2).

Condizioni ambientali: **ordinarie**

Armature: **poco sensibili**

Momento trasversale M22=My

Comb	inf	sup
SLE-F	2900	200
SLE-QP	2450	120

Momento longitudinale M11=Mx

Comb	inf	sup
SLE-F	1550	150
SLE-QP	1290	200

MATERIALI		comb. FREQUENTE		comb. FREQUENTE		
		Momento longitudinale M11=Mx		Momento trasversale M22=My		
		inf	sup	inf	sup	
Calcestruzzo						
R _{ck}	=	30	30	30	30	MPa resistenza caratteristica cubica
f _{ck}	=	24.90	24.90	24.90	24.90	MPa resistenza caratteristica cilindrica
f _{cm}	=	32.90	32.90	32.90	32.90	MPa resistenza cilindrica media
f _{ctm}	=	2.56	2.56	2.56	2.56	MPa resistenza media a trazione semplice
f _{ctk}	=	1.79	1.79	1.79	1.79	MPa resistenza caratteristica a trazione semplice
f _{ctm}	=	3.07	3.07	3.07	3.07	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}	=	14.11	14.11	14.11	14.11	MPa resistenza di calcolo a compressione
f _{ctd}	=	1.19	1.19	1.19	1.19	MPa resistenza di calcolo a trazione
E _c	=	31447	31447	31447	31447	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: Busita III	
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX	
	Pagina 110 di 124	
	Nome file: VI08-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.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	=				5		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	=			5			numero barre strato 7
n8 (inferiore)	=	10	5	10	5		numero barre strato 8
diametro barre							
Ø1	=	18	26	18	26	mm	diametro barre strato 1
Ø2	=				20	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	=			20		mm	diametro barra strato 7
Ø8	=	26	18	26	18	mm	diametro barra strato 8
ordinate barre							
y1	=	2450	2450	2450	2450	mm	ordinata barre strato 1
y2	=				2420	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	=			80		mm	ordinata barre strato 7
y8	=	50	50	50	50	mm	ordinata barre strato 8
area barre							
A _{s1}	=	1272	5309	1272	5309	mm ²	area barre strato 1
A _{s2}	=	0	0	0	1571	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	1571	0	mm ²	area barre strato 7
A _{s8}	=	5309	1272	5309	1272	mm ²	area barre strato 8
SOLLECITAZIONI							
		M11+	M11-	M22+	M22-		da sap
M	=	1550	150	2900	200	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	=	535.2	234.8	599.6	224.4	mm	asse neutro (distanza da lembo compresso)

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III			
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX			
	Pagina 111 di 124			
	Nome file: VI08-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc			

Y_n	=	1965	2265	1900	2276	mm	ordinata asse neutro
A	=	633946	333508	721897	346706	mm ²	area sezione reagente
J	=	347588239992	100687764844	428385499018	101214650220	mm ⁴	momento d'inerzia sezione reagente
S	=	0	0	0	0	mm ³	momento statico sezione reagente
σ_c	=	-2.39	-0.35	-4.06	-0.44	MPa	tensione calcestruzzo
σ_s	=	128.08	49.50	187.90	65.97	MPa	tensione massima acciaio

VERIFICA A FESSURAZIONE

sezione tesa

M_{fess}	=	2515.9	2405.8	2590.7	2437.0	kNm	momento di fessurazione
$FS=M_{fess}/M_{sd}$	=	1.6	16.0	0.9	12.2		check ok se >1
α_e	=	---	---	6.551	---	MPa	rapporto tra i moduli elastici
d	=	---	---	2443	---	mm	altezza utile della sezione
$h_{c,eff}$	=	---	---	142	---	mm	altezza area efficace calcestruzzo teso
$A_{c,eff}$	=	---	---	142123	---	mm ²	area efficace calcestruzzo teso
A_s	=	---	---	6880	---	mm ²	area di armatura tesa
ρ_{eff}	=	---	---	0.0484	---		
k_t	=	---	---	0.4	---		(=0.6 per carichi di breve durata; =0.4 per carichi di lunga durata)
ϵ_{sm}	=	---	---	0.00078	---		deformazione unitaria media delle barre
\emptyset	=	---	---	24	---		diametro equivalente delle barre tese
k_1	=	---	---	0.8	---		(=0.8 per barre ad aderenza migliorata; =1.6 per barre lisce)
ϵ_1	=	---	---	0.000409	---		deformazione massima di trazione
ϵ_2	=	---	---	0.0	---		deformazione minima di trazione
k_2	=	---	---	0.5	---		fattore di forma diagramma delle deformazioni
k_3	=	---	---	3.4	---		(posto dalle NTC pari a 3.4)
k_4	=	---	---	0.425	---		(posto dalle NTC pari a 0.425)
c	=	---	---	37	---	mm	ricoprimento armatura
s	=	---	---	200	---	mm	distanza tra le barre
$\Delta_{s,max}$	=	---	---	211.3	---	mm	distanza massima tra le fessure
w_d	=	---	---	0.164	---	mm	apertura di calcolo delle fessure
w_{max}	=	---	---	0.40	---	mm	valore limite ampiezza fessure
FS	=	---	---	2.44	---		check ok se >1
		---	---	ok	---		

		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}	=	30	30	30	30	MPa resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	24.90	24.90	24.90	24.90	MPa resistenza caratteristica cilindrica
f_{cm}	=	32.90	32.90	32.90	32.90	MPa resistenza cilindrica media
f_{ctm}	=	2.56	2.56	2.56	2.56	MPa resistenza media a trazione semplice
f_{ctk}	=	1.79	1.79	1.79	1.79	MPa resistenza caratteristica a trazione semplice

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III				
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX				
	Pagina 112 di 124				
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc				

f_{cfm}	=	3.07	3.07	3.07	3.07	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}	=	14.11	14.11	14.11	14.11	MPa	resistenza di calcolo a compressione
f_{ctd}	=	1.19	1.19	1.19	1.19	MPa	resistenza di calcolo a trazione
E_c	=	31447	31447	31447	31447	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	=				5		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	=			5			numero barre strato 7
n8 (inferiore)	=	10	5	10	5		numero barre strato 8

diametro barre

$\emptyset 1$	=	18	26	18	26	mm	diametro barre strato 1
$\emptyset 2$	=				20	mm	diametro barra strato 2
$\emptyset 3$	=					mm	diametro barra strato 3
$\emptyset 4$	=					mm	diametro barra strato 4
$\emptyset 5$	=					mm	diametro barra strato 5
$\emptyset 6$	=					mm	diametro barra strato 6
$\emptyset 7$	=			20		mm	diametro barra strato 7
$\emptyset 8$	=	26	18	26	18	mm	diametro barra strato 8

ordinate barre

y1	=	2450	2450	2450	2450	mm	ordinata barre strato 1
y2	=				2420	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	=			80		mm	ordinata barre strato 7
y8	=	50	50	50	50	mm	ordinata barre strato 8

area barre

A_{s1}	=	1272	5309	1272	5309	mm ²	area barre strato 1
A_{s2}	=	0	0	0	1571	mm ²	area barre strato 2

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III			
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX			
	Pagina 113 di 124			
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc			

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	1571	0	mm ²	area barre strato 7
A _{s8}	=	5309	1272	5309	1272	mm ²	area barre strato 8
SOLLECITAZIONI		M11+	M11-	M22+	M22-		da sap
M	=	1290	200	2450	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	=	535.2	234.8	599.6	224.4	mm	asse neutro (distanza da lembo compresso)
Y _n	=	1965	2265	1900	2276	mm	ordinata asse neutro
A	=	633946	333508	721897	346706	mm ²	area sezione reagente
J	=	347588239992	100687764844	428385499018	101214650220	mm ⁴	momento d'inerzia sezione reagente
S	=	0	0	0	0	mm ³	momento statico sezione reagente
σ _c	=	-1.99	-0.47	-3.43	-0.27	MPa	tensione calcestruzzo
σ _s	=	106.59	66.00	158.74	39.58	MPa	tensione massima acciaio

VERIFICA A FESSURAZIONE

sezione tesa							
M _{fess}	=	2515.9	2405.8	2590.7	2437.0	kNm	momento di fessurazione
FS=M _{fess} /M _{Sd}	=	2.0	12.0	1.1	20.3		check ok se >1

Tutte le verifiche risultano soddisfatte, in quanto, dove il momento di fessurazione è minore del momento agente l'ampiezza della fessura (w_d) è minore del valore limite da normativa.

9.3.4 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	3100	100
SLE-QP	2450	120

Momento longitudinale M11=Mx

Comb	inf	sup
SLE-R	1600	100
SLE-QP	1290	200

		comb. Rara	comb. Rara	comb. Rara	comb. Rara		
		Momento longitudinale M11=Mx		Momento trasversale M22=My			
		inf	sup	inf	sup		
MATERIALI							
Calcestruzzo							
R_{ck}	=	30	30	30	30	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	24.90	24.90	24.90	24.90	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f_{cm}	=	32.90	32.90	32.90	32.90	MPa	resistenza cilindrica media
f_{ctm}	=	2.56	2.56	2.56	2.56	MPa	resistenza media a trazione semplice
f_{ctk}	=	1.79	1.79	1.79	1.79	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice
f_{ctm}	=	3.07	3.07	3.07	3.07	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}	=	14.11	14.11	14.11	14.11	MPa	resistenza di calcolo a compressione
f_{ctd}	=	1.19	1.19	1.19	1.19	MPa	resistenza di calcolo a trazione
E_c	=	31447	31447	31447	31447	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
$n2$	=				5		numero barre strato 2
$n3$	=						numero barre strato 3
$n4$	=						numero barre strato 4
$n5$	=						numero barre strato 5
$n6$	=						numero barre strato 6
$n7$	=			5			numero barre strato 7
$n8$ (inferiore)	=	10	5	10	5		numero barre strato 8
diametro barre							
$\emptyset 1$	=	18	26	18	26	mm	diametro barre strato 1
$\emptyset 2$	=				20	mm	diametro barra strato 2
$\emptyset 3$	=					mm	diametro barra strato 3
$\emptyset 4$	=					mm	diametro barra strato 4
$\emptyset 5$	=					mm	diametro barra strato 5
$\emptyset 6$	=					mm	diametro barra strato 6
$\emptyset 7$	=			20		mm	diametro barra strato 7
$\emptyset 8$	=	26	18	26	18	mm	diametro barra strato 8
ordinate 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: Busita III			
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX			
	Pagina 115 di 124			
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc			

y1	=	2450	2450	2450	2450	mm	ordinata barre strato 1
y2	=				2420	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	=			80		mm	ordinata barre strato 7
y8	=	50	50	50	50	mm	ordinata barre strato 8
area barre							
A _{s1}	=	1272	5309	1272	5309	mm ²	area barre strato 1
A _{s2}	=	0	0	0	1571	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	1571	0	mm ²	area barre strato 7
A _{s8}	=	5309	1272	5309	1272	mm ²	area barre strato 8
SOLLECITAZIONI		M11+	M11-	M22+	M22-		da sap
M	=	1600	100	3100	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	=	535.2	234.8	599.6	224.4	mm	asse neutro (distanza da lembo compresso)
Y _n	=	1965	2265	1900	2276	mm	ordinata asse neutro
A	=	633946	333508	721897	346706	mm ²	area sezione reagente
J	=	347588239992	100687764844	428385499018	101214650220	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	=	-2.46	-0.23	-4.34	-0.22	MPa	tensione calcestruzzo
σ _{c,max}	=	-14.94	-14.94	-14.94	-14.94	MPa	massima tensione del cls da normativa
FS	=	6.06	64.07	3.44	67.38		check ok se >1

Verifica tensione massima dell'acciaio in condizioni di esercizio

σ _s	=	132.21	33.00	200.85	32.98	MPa	tensione massima acciaio
σ _{s,max}	=	360.00	360.00	360.00	360.00	MPa	massima tensione dell'acciaio normativa
FS	=	2.72	10.91	1.79	10.91		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}	=	30	30	30	30	MPa	resistenza caratteristica cubica
f _{ck}	=	24.90	24.90	24.90	24.90	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f _{cm}	=	32.90	32.90	32.90	32.90	MPa	resistenza cilindrica media
f _{ctm}	=	2.56	2.56	2.56	2.56	MPa	resistenza media a trazione semplice

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III					
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX					
	Pagina 116 di 124					
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc					

f_{ctk}	=	1.79	1.79	1.79	1.79	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice
f_{ctm}	=	3.07	3.07	3.07	3.07	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}	=	14.11	14.11	14.11	14.11	MPa	resistenza di calcolo a compressione
f_{ctd}	=	1.19	1.19	1.19	1.19	MPa	resistenza di calcolo a trazione
E_c	=	31447	31447	31447	31447	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	=				5		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	=			5			numero barre strato 7
n8 (inferiore)	=	10	5	10	5		numero barre strato 8

diametro barre

$\varnothing 1$	=	18	26	18	26	mm	diametro barre strato 1
$\varnothing 2$	=				20	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
$\varnothing 7$	=			20		mm	diametro barra strato 7
$\varnothing 8$	=	26	18	26	18	mm	diametro barra strato 8

ordinate barre

y1	=	2450	2450	2450	2450	mm	ordinata barre strato 1
y2	=				2420	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	=			80		mm	ordinata barre strato 7
y8	=	50	50	50	50	mm	ordinata barre strato 8

area barre

A_{s1}	=	1272	5309	1272	5309	mm ²	area 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: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 117 di 124
	Nome file: VI08-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

A _{s2}	=	0	0	0	1571	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	1571	0	mm ²	area barre strato 7
A _{s8}	=	5309	1272	5309	1272	mm ²	area barre strato 8
SOLLECITAZIONI		M11+	M11-	M22+	M22-		da sap
M	=	1290	200	2450	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	=	535.2	234.8	599.6	224.4	mm	asse neutro (distanza da lembo compresso)
Y _n	=	1965	2265	1900	2276	mm	ordinata asse neutro
A	=	633946	333508	721897	346706	mm ²	area sezione reagente
J	=	347588239992	100687764844	428385499018	101214650220	mm ⁴	momento d'inerzia sezione reagente
S	=	0	0	0	0	mm ³	momento statico sezione reagente
σ _c	=	-1.99	-0.47	-3.43	-0.27	MPa	tensione calcestruzzo
σ _{c,max}	=	-11.21	-11.21	-11.21	-11.21	MPa	massima tensione del cls da normativa
FS		5.64	24.03	3.27	42.11		check ok se >1

10 VERIFICA GEOTECNICA DEI PALI

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

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

Tabella 8: Parametri fisico-meccanici usati nelle verifiche geotecniche

10.1 CARICO LIMITE VERTICALE

10.1.1 Criteri di calcolo del carico limite verticale

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

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

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

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

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

in condizioni non drenate, e come:

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

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

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

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

Tabella 9: Valori del coefficiente α in funzione di c_u

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

$$k = 1 - \text{sen} \varphi'$$

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

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

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

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

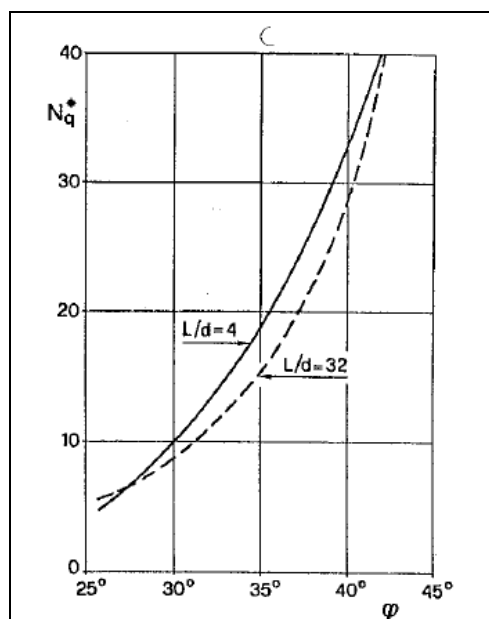


Tabella 10: Coefficienti N_q

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 119 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

In Tabella valori dei coefficienti Nc ed Nq adottati per i diverse unità geotecniche

	TRV1	TRV2a	TRV2b
coeff. Nq (cond. drenate)	4.0	4.0	4.0
coeff. Nc (cond. drenate)	11.3	9.1	7.7

Tabella 11: Coefficienti Nq ed Nc assunti per le diverse unità geotecniche

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

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

STRATIGRAFIA SOTTO SPICCATO FONDAZIONE Pila 1 - CARR. DX				
strati	Unità geotecniche	spessore strato da testa palo	quota iniziale	quota finale
		(m)	m	m
1° strato	TRV1	1	0	1
2° strato	TRV2a	9	1	10
3° strato	TRV2b	35	10	45

STRATIGRAFIA SOTTO SPICCATO FONDAZIONE Pila 2 - CARR. DX				
strati	Unità geotecniche	spessore strato da testa palo	quota iniziale	quota finale
		(m)	m	m
1° strato	TRV1	1	0	1
2° strato	TRV2a	8	1	9
3° strato	TRV2b	36	9	45

STRATIGRAFIA SOTTO SPICCATO FONDAZIONE Pila 3 - CARR. DX				
strati	Unità geotecniche	spessore strato da testa palo	quota iniziale	quota finale
		(m)	m	m
1° strato	TRV2a	10	0	10
2° strato	TRV2b	35	10	45

STRATIGRAFIA SOTTO SPICCATO FONDAZIONE Pila 4 - CARR. DX				
strati	Unità geotecniche	spessore strato da testa palo	quota iniziale	quota finale
		(m)	m	m
1° strato	TRV2a	10	0	10
2° strato	TRV2b	35	10	45

STRATIGRAFIA SOTTO SPICCATO FONDAZIONE Pila 5 - CARR. DX				
strati	Unità geotecniche	spessore strato da testa palo	quota iniziale	quota finale
		(m)	m	m
1° strato	TRV2a	10	0	10
2° strato	TRV2b	35	10	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: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 120 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

10.1.2 Criteri di verifiche

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

$$R_d \geq E_d$$

dove:

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

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

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

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

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

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

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

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

Tabella 12: Coefficienti parziali per le azioni o effetti delle azioni (tab. 6.2.I del DM14-01-2008)

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	(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_γ	1,0	1,0

Tabella 13: Coefficienti parziali per i parametri geotecnici dei terreni (tab. 6.2.II del DM14-01-2008)

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 121 di 124
	Nome file: V108-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

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

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

Tabella 14: Coefficienti parziali da applicare alle resistenze caratteristiche

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

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

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

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

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

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

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

Tabella 15: Fattori di correlazione ξ

10.1.3 Risultati

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

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

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

azioni verticali massime in testa palo			caratteristiche pali fondazione			PP. Compensato	carico limite	
pila/spalla	statica	dinamica	diam. Palo	N° pali	lunghezza palo		Qlim_d	Qlim_u
	kN	kN	m		m	kN	kN	kN
Pila1	6732.10	4093.14	1.5	6	27	305.84	8534.7	7461.1
Pila2	8279.51	5451.23	1.5	6	31	349.02	10629.0	8383.8
Pila3	8735.18	5617.67	1.5	6	31	347.35	10422.7	8410.5
Pila4	8910.37	5880.90	1.5	6	31	347.35	10422.7	8410.5
Pila5	10632.05	6736.20	1.5	6	34	380.27	12106.6	9090.0

Tabella 16: Carreggiata di Destra - Riepilogo dei risultati

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 122 di 124
	Nome file: VI08-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

10.2 CARICO LIMITE ORIZZONTALE

10.2.1 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:

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

10.2.2 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)
$\gamma_T = 1,0$	$\gamma_T = 1,6$	$\gamma_T = 1,3$

10.2.3 Risultati carreggiata destra

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 destra

Dati di Calcolo	Condizioni non drenate			
	Pila 05			
D	=	1.500	m	diametro palo
L	=	34.00	m	lunghezza palo
M_y	=	2100	kNm	momento di plasticizzazione del palo
c_u	=	174	kPa	coesione non drenata
<u>palo corto</u>				
$Q_{lim,1}$	=	74709	kN	carico limite per palo corto
M_{max}	=	1354107	kNm	momento massimo
<u>palo intermedio</u>				
$Q_{lim,2}$	=	28179	kN	carico limite per palo intermedio
f	=	12.0	m	

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO-CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Busita III
	Relazione di Calcolo Pile carreggiata DX
	Pagina 123 di 124
	Nome file: VI08-C-CL005_C.00_relazione_calcolo_pile_DX.doc

M_{max}	=	230029.8	kNm	momento massimo
<u>palo lungo</u>				
$Q_{lim,3}$	=	1619	kN	carico limite per palo lungo
MR	=	PALO LUNGO		meccanismo di rottura
$Q_{lim,m}$	=	1619.1	kN	carico limite (valore medio)
ξ	=	1.5		fattore di correlazione
$Q_{lim,k}$	=	1079.4	kN	carico limite (valore caratteristico)
γ_T	=	1.30		coefficiente parziale
$Q_{lim,d}$	=	830.3	kN	carico limite (valore di progetto)
F_h		286	kN	azione trasversale testa palo
check		2.90		se >1 verifica soddisfatta

Dati di Calcolo

Condizioni drenate

Pila 05

D	=	1.500	m	diametro palo
L	=	34.00	m	lunghezza palo
L/D	=	22.67	m	
M_y	=	2100	kNm	momento di plasticizzazione del palo
ϕ'	=	19	°	angolo d'attrito
k_p	=	2.0		coefficiente di spinta passiva
γ	=	20	kN/m ³	peso unità di volume

palo corto

$Q_{lim,1}$	=	102825	kN	carico limite per palo corto
M_{max}	=	2330696	kNm	momento massimo

palo intermedio

$Q_{lim,2}$	=	34337	kN	carico limite per palo intermedio
f	=	19.7	m	
M_{max}	=	451685	kNm	momento massimo

palo lungo

$Q_{lim,3}$	=	1541.8	kN	carico limite per palo lungo
MR	=	PALO LUNGO		meccanismo di rottura
$Q_{lim,m}$	=	1541.8	kN	carico limite (valore medio)
ξ	=	1.5		fattore di correlazione
$Q_{lim,k}$	=	1027.9	kN	carico limite (valore caratteristico)
γ_T	=	1.30		coefficiente parziale
$Q_{lim,d}$	=	790.7	kN	carico limite (valore di progetto)
F_h	=	286	kN	azione trasversale testa palo
check	=	2.76		se >1 verifica soddisfatta