

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 Arenella II

Relazione di Calcolo Pile - Carreggiata DX

Codice Unico Progetto (CUP) : F91B09000070001

Codice Elaborato:

PA12_09 - E 1 5 6 V I 2 1 3 V I 1 3 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: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 1 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_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	<i>Condizioni ambientali e classi di esposizione</i>	5
1.3.2	<i>Calcestruzzo</i>	6
1.3.3	<i>Acciaio per c.a. in barre ad aderenza migliorata</i>	7
1.4	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	8
2	ANALISI GLOBALE DEL VIADOTTO	9
2.1	DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO	9
2.1.1	<i>Calcolo della rigidezza effettiva delle pile</i>	10
2.2	ANALISI DEI CARICHI	10
2.2.1	<i>Peso Proprio (g1)</i>	10
2.2.2	<i>Permanenti portati su impalcato (g2)</i>	10
2.2.3	<i>Effetti del ritiro (ε_2)</i>	11
2.2.4	<i>Effetti della temperatura (ε_3)</i>	11
2.2.5	<i>Carichi mobili (q1)</i>	11
2.2.6	<i>Incremento dinamico dei carichi mobili (q2)</i>	12
2.2.7	<i>Azione di frenatura/accelerazione (q3)</i>	13
2.2.8	<i>Forza centrifuga (Q4)</i>	13
2.2.9	<i>Azione di neve, vento (q5)</i>	13
2.2.10	<i>Azione sismica (q6)</i>	14
2.2.11	<i>Resistenza parassita dei vincoli (q7)</i>	17
2.3	RIPOSTA SISMICA DEL VIADOTTO	17
3	SOLLECITAZIONI	18
3.1	SOLLECITAZIONI NELLE CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI	18
3.1.1	<i>Sollecitazioni nella sezione di base delle pile</i>	18
3.1.2	<i>Sollecitazioni nella sezione di testa del pulvino</i>	19
3.1.3	<i>Sollecitazioni della sottostruttura rispetto al baricentro della palificata</i>	20
3.2	COMBINAZIONI DI CARICO	20
3.3	SOLLECITAZIONI NELLE COMBINAZIONI DI CARICO	21
3.3.1	<i>Sollecitazioni nella sezione di base delle pile</i>	21
3.3.2	<i>Sollecitazioni nella sezione di testa del pulvino</i>	22
3.3.3	<i>Sollecitazioni sulla palificata</i>	24
4	VERIFICA DEL FUSTO DELLE PILE	33
4.1	S.L.U. – RESISTENZA: PRESSO-FLESSIONE	33
4.2	S.L.U. – RESISTENZA: TAGLIO	38
4.3	S.L.E. – FESSURAZIONE	39
4.4	S.L.E. – LIMITAZIONE DELLE TENSIONI	41
5	EFFETTI DEL SECONDO ORDINE	44
5.1	METODO DELLA CURVATURA NOMINALE	44
5.1.1	<i>Valutazione della snellezza</i>	44
6	VERIFICA DEL PULVINO	48
6.1	VERIFICA BAGGIOLI	49
7	VERIFICA DEI PALI DI FONDAZIONE	51
7.1	VERIFICHE STRUTTURALI	51
7.1.1	<i>S.L.U. – Resistenza: presso-flessione</i>	52

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 2 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_relazione_calcolo_pile_dx.doc

7.1.2	S.L.U. – Resistenza: taglio.....	53
7.1.3	S.L.E. – Fessurazione.....	54
7.1.4	S.L.E. – Limitazione delle tensioni.....	56
7.2	VERIFICHE GEOTECNICHE DEI PALI.....	57
7.2.1	S.L.U. – Verifica a carico limite verticale.....	58
7.2.2	S.L.U. – Verifica a carico limite orizzontale.....	61
8	DISPOSITIVI ANTISISMICI.....	62
9	ANALISI DEL PLINTO DI FONDAZIONE (8 PALI).....	64
9.1	ANALISI DEI CARICHI E COMBINAZIONI DI CARICO.....	65
9.2	SOLLECITAZIONI.....	76
9.3	VERIFICA DELLA SEZIONE DEL PLINTO.....	79
9.3.1	S.L.U. – Resistenza: presso-flessione.....	79
9.3.2	S.L.U. – Resistenza: taglio.....	79
9.3.3	S.L.E. – Fessurazione.....	81
9.3.4	S.L.E. – Limitazione delle tensioni.....	85

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 3 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_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 Arenella II, previsto nell'ambito del progetto esecutivo "CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA - ITINERARIO AGRIGENTO - CALTANISSETTA-A19 - S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" - AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 - dal km 44+000 allo svincolo con l'A19".

1.2 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL VIADOTTO

Il viadotto in esame è a carreggiate separate (carreggiata dx e carreggiata sx). Esso presenta un tracciato planimetrico rettilineo, con un restringimento di carreggiata che si sviluppa quasi interamente all'interno della prima campata. Le carreggiate sono composta da 4 campate: le due centrali hanno luce pari a 31.0 m, mentre le due di riva hanno luce pari a 30.0 m.

campate carr. SX	L [m]
1	30.0
2	31.0
3	31.0
4	30.0

campate carr. DX	L [m]
1	30.0
2	31.0
3	31.0
4	30.0

L'impalcato viene realizzato con travi a cassoncino in cemento armato precompresso a cavi pretesi, e sovrastante soletta gettata in opera. In asse ad ogni pila sono presenti traversi gettati in opera, che rendono tra loro solidali le travi, varate in semplice appoggio su dispositivi provvisori, realizzando uno schema finale di trave continua.

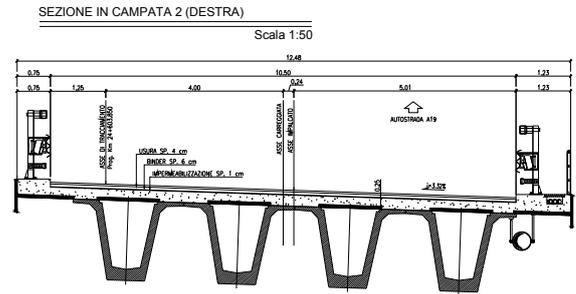
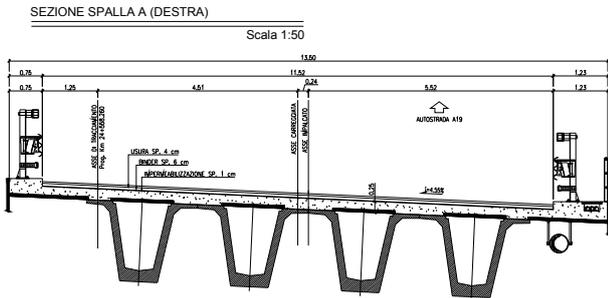
Oltre che dal traverso la continuità è garantita anche da un getto di calcestruzzo in opera all'interno della cavità dei cassoncini.

La sezione trasversale, ai fini del calcolo strutturale dell'impalcato, è formata da 4 travi a cassoncino, di altezza 1800 mm, disposte a interasse trasversale di 2.5 m, con larghezza complessiva variabile tra un massimo di 13.50 m in asse alla spalla iniziale della carreggiata destra del viadotto (13.14 m in asse alla spalla iniziale della carreggiata sinistra) ed un minimo di 12.48 m quando il restringimento di sezione si è completato (poco dopo la prima pila).

La soletta ha uno spessore di 250 mm, al lordo delle predalle che ne sostengono il getto.

Anche il piano viabile presenta larghezza variabile, tra un massimo di 11.52 m in asse alla spalla iniziale della carreggiata destra del viadotto (11.16 m in asse alla spalla iniziale della carreggiata sinistra) ed un minimo di 10.50 m quando il restringimento di sezione si è completato; lateralmente sono realizzati due cordoli di larghezza 0.75 m e 1.23 m, quest'ultimo pedonabile.

La figura seguente riporta la sezione trasversale dell'impalcato in asse alla spalla iniziale ed in sezione corrente (carreggiata destra).



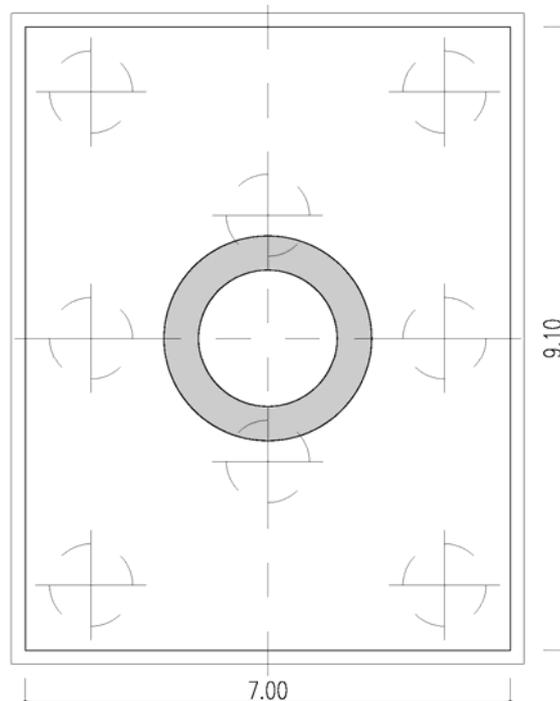
Le pile sono realizzate in c.a. Il fusto presenta sezione circolare cava, con raggio esterno pari a 1.50 m e raggio interno pari a 1.00 m; il pulvino è di forma trapezoidale con altezza complessiva di 3.00 m e dimensioni in pianta 3.20 x 9.70 m.

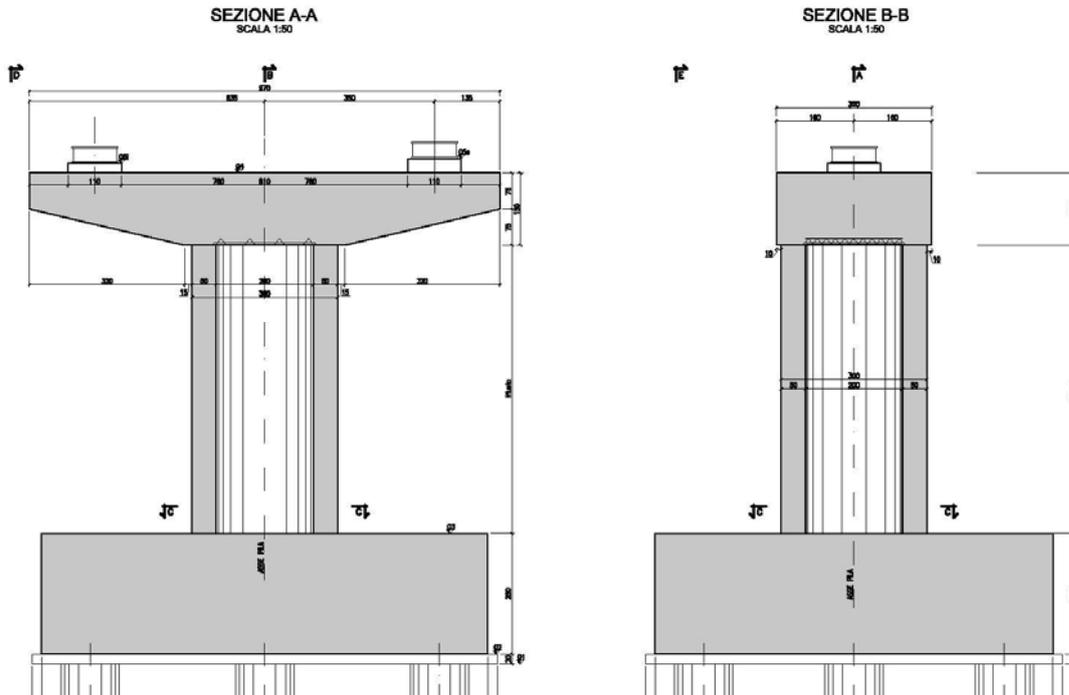
carreggiata SX	
pila	H [m]
P01	5.50
P02	6.50
P03	5.50

carreggiata DX	
pila	H [m]
P01	5.00
P02	7.50
P03	6.50

Tutte le pile di entrambe le carreggiate del viadotto sono fondate su pali trivellati di grande diametro. In particolare la palificata adottata è costituita da 8 pali di diametro $\varnothing 1200$ mm, posti ad interasse di 3.60 m. I pali sono collegati in testa da un plinto di fondazione di altezza 2.50 m a pianta rettangolare 7.00 x 9.10 m.

Nelle seguenti figure si illustra la geometria delle pile attraverso la pianta spiccato, un prospetto laterale ed una sezione trasversale.





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

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

1.3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

1.3.1 Condizioni ambientali e classi di esposizione

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

- pali: XA2;
- zattere pile: XA2;
- elevazione pile e pulvini: XF2;
- baggioli: XF2;
- soletta impalcato, cordoli, marciapiedi e coppelle prefabbricate: XD2.

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

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 6 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_relazione_calcolo_pile_dx.doc

1.3.2 Calcestruzzo

PALI, ZATTERE PILE C32/40

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

Classe di consistenza S3-S4.

Rapporto A/C = 0,6

ELEVAZIONE PILE E PULVINI C25/30

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

Classe di consistenza S3-S4.

Rapporto A/C = 0,6

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 7 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_relazione_calcolo_pile_dx.doc

BAGGIOLI 25/30

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

Classe di consistenza S4.

Rapporto A/C = 0,6

SOLETTA IMPALCATO, CORDOLI, MARCIAPIEDI E COPPELLE PREFABBRICATE C32/40

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

Classe di consistenza S4.

Rapporto A/C = 0,6

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

B450C

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

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 8 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_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 1998-2: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Ponti

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 9 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_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 rigidità 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. Per riprodurre il comportamento rigido nel piano trasversale, garantito dalla presenza della soletta, sono stati riprodotti dei frame (di massa nulla) aventi sezione di altezza pari a quella della soletta e larghezza pari all'interasse a cui sono posti. 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:

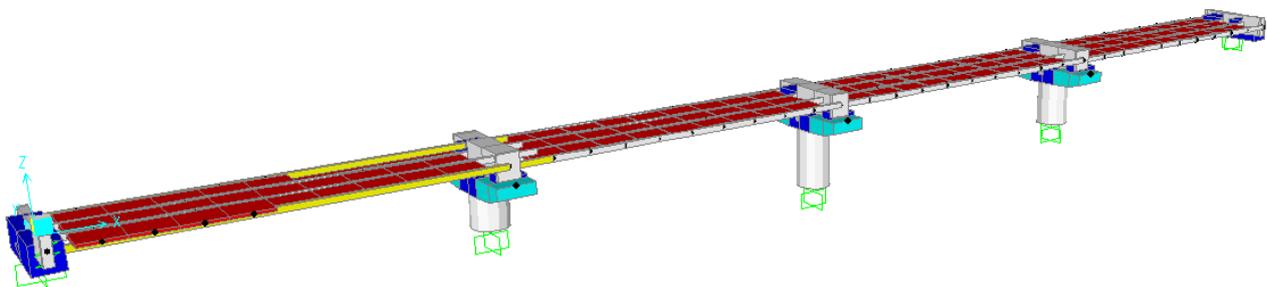
$$K_e = 3.03 \text{ kN/mm (rigidezza equivalente orizzontale);}$$

$$K_v = 2814 \text{ kN/mm (rigidezza verticale);}$$

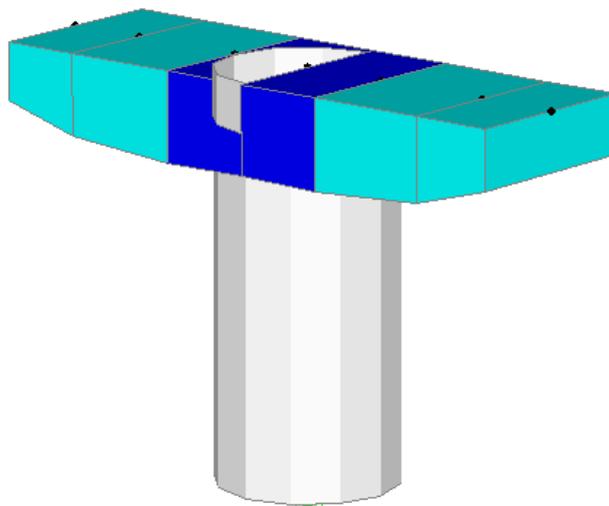
Anche sulle spalle sono previsti isolatori elastomerici aventi le medesime caratteristiche di quelli predisposti sulle pile, pertanto, trascurando la deformabilità delle spalle rispetto a quella dei dispositivi sismici, ossia ipotizzando che il moto sismico dell'impalcato risulti disaccoppiato rispetto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

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

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



CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 10 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_relazione_calcolo_pile_dx.doc



2.1.1 Calcolo della rigidezza effettiva delle pile

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

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

dove:

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

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

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

2.2 ANALISI DEI CARICHI

2.2.1 Peso Proprio (g1)

Il peso proprio delle travi (comprehensive di soletta), dei trasversi e delle pile viene fatto calcolare automaticamente dal codice di calcolo assumendo un peso specifico del calcestruzzo pari a 25 kN/m³.

2.2.2 Permanenti portati su impalcato (g2)

I sovraccarichi permanenti sono stati computati, e successivamente assegnati, separatamente per il tratto a sezione variabile (dove si è assunta una sezione media di riferimento) e per il tratto a sezione costante; consistono nei seguenti contributi:

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 11 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_relazione_calcolo_pile_dx.doc

	tratto a sezione variabile			tratto a sezione costante				
	carico unitario [kPa]	larghezza [m]	carico lineare [kN/m]	carico unitario [kPa]	larghezza [m]	carico lineare [kN/m]		
g _{2.1.sxD}	2.50	3.28	8.19	2.50	2.99	7.48	kN/m	pavimentazione lato trave sx D
g _{2.1.sxC}	2.50	2.50	6.25	2.50	2.50	6.25	kN/m	pavimentazione lato trave sx C
g _{2.1.dxB}	2.50	2.50	6.25	2.50	2.50	6.25	kN/m	pavimentazione lato trave dx B
g _{2.1.dxA}	2.50	2.80	6.99	2.50	2.51	6.28	kN/m	pavimentazione lato trave dx A
g _{2.3.sxD}	-	-	1.00	-	-	1.00	kN/m	guard-rail sx
g _{2.3.dxA}	-	-	1.00	-	-	1.00	kN/m	guard-rail dx
g _{2.4.dxA}	-	-	1.50	-	-	1.50	kN/m	barriera dx
g _{2.5.sxD}	-	-	1.00	-	-	1.00	kN/m	veletta sx
g _{2.5.dxA}	-	-	1.00	-	-	1.00	kN/m	veletta dx
g ₂			33.19			31.75	kN/m	permanente portato totale
g _{2.sxD}			10.19			9.48	kN/m	permanente portato su trave sx D
g _{2.sxC}			6.25			6.25	kN/m	permanente portato su trave sx C
g _{2.dxB}			6.25			6.25	kN/m	permanente portato su trave dx B
g _{2.dxA}			10.49			9.78	kN/m	permanente portato su trave dx A

2.2.3 Effetti del ritiro (ε₂)

Assumendo in questa fase una deformazione di ritiro pari allo 0.3‰, gli effetti del ritiro vengono schematizzati mediante delle forze e delle coppie concentrate alle estremità dell'impalcato, valutate come:

		tratto a sez. var.	tratto a sez. cost.		
ε _{sh}	=	0.00030	0.00030	deformazione da ritiro	
E [*] _c	=	11214	11214	MPa	modulo elastico ridotto cls per fenomeni viscosi
σ _{sh}	=	3.36	3.36	MPa	trazione nel calcestruzzo
A _{c,sxD}	=	1.97	1.90	m ²	area conglomerato trave sx D
A _{c,B-C}	=	1.46	1.46	m ²	area conglomerato travi centrali C e B
A _{c,dxA}	=	2.06	1.99	m ²	area conglomerato trave dx A
N _{sh,sxD}	=	6641	6399	kN	trazione nella soletta trave sx D
N _{sh,C-B}	=	4912	4912	kN	trazione nella soletta travi centrali C e B
N _{sh,dxA}	=	6946	6698	kN	trazione nella soletta trave dx A
e _{sxD}	=	0.44	0.46	m	eccentricità soletta trave sx D risp. a baric. sez. comp.
e _{C-B}	=	0.61	0.61	m	eccentricità soletta travi C e B risp. a baric. sez. comp.
e <sub,dxa< sub=""></sub,dxa<>	=	0.41	0.43	m	eccentricità soletta trave dx A risp. a baric. sez. comp.
M _{sh,sxD}	=	2922	2918	kN*m	momento flettente nella trave sx D
M _{sh,C-B}	=	3011	3011	kN*m	momento flettente nelle travi C e B
M _{sh,dxA}	=	2855	2853	kN*m	momento flettente nella trave dx A

2.2.4 Effetti della temperatura (ε₃)

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 ΔT_{M1} = +15 °C/m (estradosso più caldo dell'intradosso) e ΔT_{M2} = -18 °C/m (estradosso più freddo dell'intradosso). Inoltre deve essere considerata anche la componente uniforme del carico termico, per i cui valori l'Eurocodice rimanda agli allegati nazionali, dai cui si desume: ΔT_{N1} = -26 °C e ΔT_{N2} = +34 °C.

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

2.2.5 Carichi mobili (q₁)

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

Nel caso in esame, la carreggiata, di larghezza utile massima pari a 11.52 m, è in grado di ospitare 3 corsie di carico di larghezza convenzionale pari a 3.0 m. La parte rimanente ("remaining area") è variabile tra un massimo di 2.52 m ed un minimo di 1.50 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: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 12 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_relazione_calcolo_pile_dx.doc

Corsia di carico n.1 costituita da:

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

Corsia di carico n. 2 costituita da:

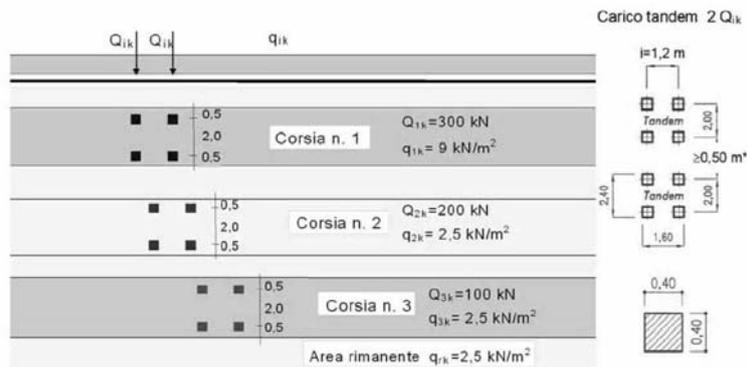
- Schema di carico n.1 ridotto: n. 4 carichi concentrati da 100 kN cadauno disposti ad interasse 2.00 m in direzione longitudinale al viadotto e 2.00 m in direzione trasversale;
- Carico uniformemente ripartito di intensità 2.5 kPa su una larghezza di 3.00 m.

Corsia di carico n. 3 costituita da:

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

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

- Carico uniformemente ripartito di intensità 2.5 kPa su una larghezza residua di impalcato.



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

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

In aggiunta allo schema di carico 1 deve essere considerato anche lo schema di carico 5, corrispondente alla presenza di folla compatta, ridotto del 50%: esso va modellato come un carico uniformemente ripartito di 2.5 kN/m² agente sui due marciapiedi. Lo schema di carico 5 deve inoltre essere considerato al 100% come alternativa allo schema 1.

2.2.6 Incremento dinamico dei carichi mobili (q2)

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

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 13 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_relazione_calcolo_pile_dx.doc

2.2.7 Azione di frenatura/accelerazione (q3)

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

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

w_1	=	3.00 m	larghezza corsie convenzionali
Q_{1k}	=	300 kN	singolo asse Q1k
q_{1k}	=	9 kPa	carico uniformemente distribuito
L	=	122 m	lunghezza del viadotto
Q_3	=	689 kN	forza di frenatura (accelerazione) sull'intero viadotto
q_{3l}	=	1.41 kN/m	azione di frenatura per unità di lunghezza su singola trave

2.2.8 Forza centrifuga (Q4)

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

R	=	9999 m	raggio della curva
Q_v	=	1200.00 kN	carico totale dovuto agli assi tandem
Q_4	=	0.00 kN	azione centrifuga
L	=	122 m	lunghezza tratto in curva
q_4	=	0.00 kN/m	azione centrifuga distribuita

2.2.9 Azione di neve, vento (q5)

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

Vento su impalcato

zona	=	4	sicilia
$V_{b,0}$	=	28 m/s	
a_0	=	500 m	
k_a	=	0.02 1/s	
a_s	=	317 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	coefficiente di topografia
	=	II	categoria di esposizione del sito
k_r	=	0.19	
Z_0	=	0.05 m	
Z_{min}	=	4.00 m	
Z	=	8.00 m	altezza sul suolo (massima)
C_e	=	2.21	coefficiente di esposizione
C_p	=	1	coefficiente di forma
C_d	=	1	coefficiente dinamico
p	=	1.08 kN/m ²	pressione del vento
H_{vc}	=	3.00 m	altezza veicolo convenzionale
H_{imp}	=	2.05 m	altezza impalcato
H_{vento}	=	5.05 m	altezza superficie di spinta
F_{vento}	=	5.47 kN/m	azione del vento su impalcato
Y_G	=	1.31 m	distanza da intradosso baricentro impalcato (trave centrale, condizione più sfavorevole)
e	=	1.21 m	eccentricità dell'azione del vento

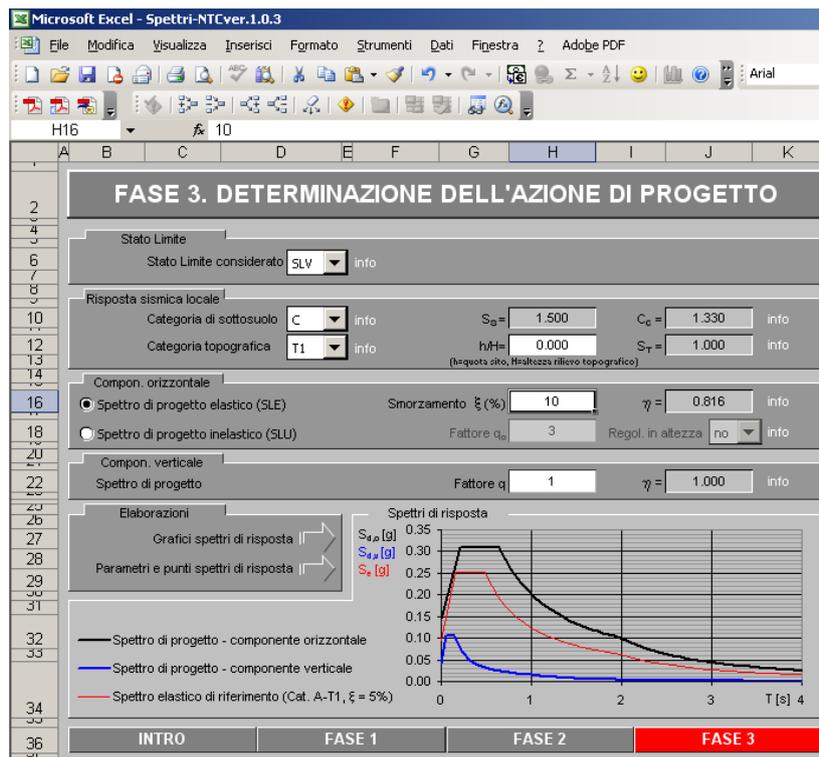
CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 14 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_relazione_calcolo_pile_dx.doc

M_{vento}	=	6.64	kNm/m	coppia torcente
d_b	=	2.50	m	interasse travi
W	=	31.25	m^3	modulo di resistenza fittizio dell'impalcato
$Q_{sv,D-A}$	=	0.80	kN/m	azione verticale su travi di bordo
$Q_{sv,C-B}$	=	0.27	kN/m	azione verticale su travi centrali
Q_{sh}	=	1.37	kN/m	azione orizzontale su ciascuna trave
<u>Vento su pile</u>				
B	=	3	m	larghezza pila (diametro)
$Q_{s,fusto-pile}$	=	3.25	kN/m	azione del vento trasversale sul fusto delle pile
$Q_{s,pulvino}$	=	1.63	kN	azione del vento trasversale sul pulvino

2.2.10 Azione sismica (q6)

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

Gli spettri considerati sono caratterizzati dai seguenti parametri:



Microsoft Excel - Spettri-NTCver.1.0.3

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

Parametri indipendenti	
STATO LIMITE	SLV
a_{av}	0.036 g
F_{av}	2.624
T_c	0.488 s
S_c	1.500
C_c	1.330
S_T	1.000
q	1.225

Punti dello spettro di risposta	
T [s]	Se [g]
0.000	0.144
0.217	0.303
0.650	0.303
0.713	0.282
0.777	0.253
0.840	0.233
0.904	0.222
0.968	0.208
1.031	0.195
1.095	0.184
1.158	0.174
1.222	0.164
1.286	0.156
1.349	0.149
1.413	0.142
1.476	0.136
1.540	0.131
1.604	0.125
1.667	0.121
1.731	0.116
1.794	0.112
1.858	0.108
1.922	0.105
1.985	0.101
2.049	0.097
2.112	0.094
2.176	0.091
2.239	0.088
2.303	0.085
2.366	0.082
2.429	0.079
2.493	0.076
2.556	0.073
2.619	0.070
2.683	0.067
2.746	0.064
2.809	0.061
2.873	0.058
2.936	0.055
3.000	0.052
3.063	0.049
3.127	0.046
3.190	0.043
3.254	0.040
3.317	0.037
3.381	0.034
3.444	0.031
3.508	0.028
3.571	0.025
3.635	0.022
3.698	0.019
3.762	0.016
3.825	0.013
3.889	0.010
3.952	0.007
4.016	0.004
4.080	0.001

Parametri dipendenti

S	1.500
η	0.816
T_B	0.217 s
T_C	0.650 s
T_D	1.985 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$S = S_c$, S_T (MTC-08 Eq. 3.2.5)

$\eta = \sqrt{0.075 + T} \geq 0.55$; $\eta = 1/q$ (MTC-08 Eq. 3.2.6; § 3.2.3.5)

$T_B = T_c / 3$ (MTC-07 Eq. 3.2.8)

$T_C = C_c \cdot T_c$ (MTC-07 Eq. 3.2.7)

$T_D = 4 \cdot 0 \cdot a_{av} / g + 1.6$ (MTC-07 Eq. 3.2.9)

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

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

$T_B \leq T < T_C$: $S_d(T) = a_{av} \cdot S \cdot \eta \cdot F_d$

$T_C \leq T < T_D$: $S_d(T) = a_{av} \cdot S \cdot \eta \cdot F_d \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$

$T_D \leq T$: $S_d(T) = a_{av} \cdot S \cdot \eta \cdot F_d \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per la verifica agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ moltiplicando η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (MTC-08 § 3.2.3.5)

La verifica dell'adeguatezza del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Microsoft Excel - Spettri-NTCver.1.0.3

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

Parametri indipendenti	
STATO LIMITE	SLV
a_{av}	0.040 g
S_c	1.000
S_T	1.000
q	1.000
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Punti dello spettro di risposta	
T [s]	Se [g]
0.000	0.040
0.050	0.106
0.150	0.106
0.235	0.068
0.320	0.050
0.405	0.033
0.490	0.022
0.575	0.028
0.660	0.024
0.745	0.021
0.830	0.019
0.915	0.017
1.000	0.016
1.034	0.016
1.068	0.016
1.102	0.016
1.136	0.016
1.170	0.016
1.204	0.016
1.238	0.016
1.272	0.016
1.306	0.016
1.340	0.016
1.374	0.016
1.408	0.016
1.442	0.016
1.476	0.016
1.510	0.016
1.544	0.016
1.578	0.016
1.612	0.016
1.646	0.016
1.680	0.016
1.714	0.016
1.748	0.016
1.782	0.016
1.816	0.016
1.850	0.016
1.884	0.016
1.918	0.016
1.952	0.016
1.986	0.016
2.020	0.016
2.054	0.016
2.088	0.016
2.122	0.016
2.156	0.016
2.190	0.016
2.224	0.016
2.258	0.016
2.292	0.016
2.326	0.016
2.360	0.016
2.394	0.016
2.428	0.016
2.462	0.016
2.496	0.016
2.530	0.016
2.564	0.016
2.598	0.016
2.632	0.016
2.666	0.016
2.700	0.016
2.734	0.016
2.768	0.016
2.802	0.016
2.836	0.016
2.870	0.016
2.904	0.016
2.938	0.016
2.972	0.016
3.006	0.016
3.040	0.016
3.074	0.016
3.108	0.016
3.142	0.016
3.176	0.016
3.210	0.016
3.244	0.016
3.278	0.016
3.312	0.016
3.346	0.016
3.380	0.016
3.414	0.016
3.448	0.016
3.482	0.016
3.516	0.016
3.550	0.016
3.584	0.016
3.618	0.016
3.652	0.016
3.686	0.016
3.720	0.016
3.754	0.016
3.788	0.016
3.822	0.016
3.856	0.016
3.890	0.016
3.924	0.016
3.958	0.016
4.000	0.001

Parametri dipendenti

F_{av}	1.033
S	1.000
η	1.000

Espressioni dei parametri dipendenti

$S = S_c$, S_T (MTC-08 Eq. 3.2.5)

$\eta = 1/q$ (MTC-08 § 3.2.3.5)

$F_{av} = 1.35 \cdot F_{av} \cdot \left(\frac{a_{av}}{g} \right)^{0.5}$ (MTC-08 Eq. 3.2.11)

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

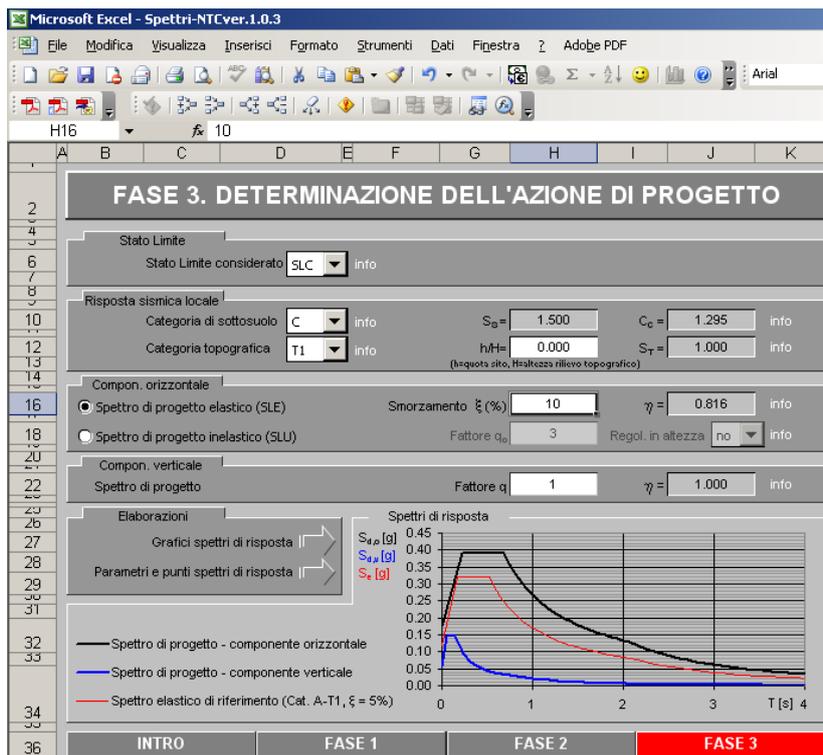
$0 \leq T < T_B$: $S_d(T) = a_{av} \cdot S \cdot \eta \cdot F_{av} \cdot \left[\frac{T}{T_B} + 1 - \frac{T}{T_B} \cdot \left(\frac{T}{T_B} \right) \right]$

$T_B \leq T < T_C$: $S_d(T) = a_{av} \cdot S \cdot \eta \cdot F_{av}$

$T_C \leq T < T_D$: $S_d(T) = a_{av} \cdot S \cdot \eta \cdot F_{av} \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$

$T_D \leq T$: $S_d(T) = a_{av} \cdot S \cdot \eta \cdot F_{av} \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$

La verifica dell'adeguatezza del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.



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

Parametri indipendenti		Punti dello spettro di risposta	
STATO LIMITE	SLC	T [s]	Se [g]
a _{av}	0.117 g	0.000	0.176
F _{av}	2.729	0.223	0.331
T _c	0.530 s	0.686	0.331
S _z	1.500	0.752	0.357
C _c	1.235	0.818	0.328
S _T	1.000	0.884	0.304
q	1.225	0.949	0.283
		1.015	0.265
		1.081	0.248
		1.147	0.234
		1.213	0.221
		1.279	0.210
		1.344	0.200
		1.410	0.190
		1.475	0.182
		1.542	0.174
		1.608	0.167
		1.673	0.160
		1.739	0.154
		1.805	0.149
		1.871	0.144
		1.937	0.139
		2.003	0.134
		2.068	0.130
		2.160	0.119
		2.252	0.109
		2.344	0.101
		2.436	0.094
		2.528	0.087
		2.620	0.081
		2.712	0.076
		2.804	0.071
		2.896	0.066
		2.988	0.062
		3.080	0.059
		3.172	0.055
		3.264	0.052
		3.355	0.049
		3.446	0.047
		3.540	0.044
		3.632	0.042
		3.724	0.040
		3.816	0.038
		3.908	0.036
		4.000	0.035

Parametri dipendenti

S	η	T _B	T _C	T _D
1.500	0.916	0.223 s	0.530 s	2.068 s

Espressioni dei parametri dipendenti

S = S_z, S_T (MTC-08 Eq. 3.2.5)
 $\eta = \sqrt{0.75 + \frac{1}{T}} \geq 0.55$; $\eta = 1/q$ (MTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5)
 $T_B = T_c / 3$ (MTC-07 Eq. 3.2.8)
 $T_C = C_c \cdot T_c$ (MTC-07 Eq. 3.2.7)
 $T_D = 4 \cdot 0.1 \cdot g + 1.6$ (MTC-07 Eq. 3.2.9)

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

$0 \leq T < T_B$: $S_d(T) = a_{av} \cdot S \cdot \eta \cdot F_s \cdot \left[\frac{T}{T_c} + 1 \cdot \left(1 - \frac{T}{T_c} \right) \right]$
 $T_B \leq T < T_C$: $S_d(T) = a_{av} \cdot S \cdot \eta \cdot F_s$
 $T_C \leq T < T_D$: $S_d(T) = a_{av} \cdot S \cdot \eta \cdot F_s \cdot \left(\frac{T}{T_c} \right)$
 $T_D \leq T$: $S_d(T) = a_{av} \cdot S \cdot \eta \cdot F_s \cdot \left(\frac{T}{T_c} \right)$

Lo spettro di progetto S_d(T) per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico S_e(T) sostituendo q con 1/q, dove q è il fattore di struttura. (MTC-08 § 3.2.3.5)

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

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

Parametri indipendenti		Punti dello spettro di risposta	
STATO LIMITE	SLC	T [s]	Se [g]
a _{av}	0.054 g	0.000	0.054
S _z	1.000	0.050	0.148
S _T	1.000	0.150	0.148
q	1.000	0.235	0.034
T _B	0.050 s	0.320	0.063
T _C	0.150 s	0.405	0.055
T _D	1.000 s	0.490	0.045
		0.575	0.039
		0.660	0.034
		0.745	0.030
		0.830	0.027
		0.915	0.024
		1.000	0.022
		1.034	0.019
		1.168	0.016
		1.281	0.013
		1.375	0.012
		1.469	0.010
		1.563	0.009
		1.656	0.008
		1.750	0.007
		1.844	0.007
		1.938	0.006
		2.031	0.005
		2.125	0.005
		2.219	0.004
		2.313	0.004
		2.406	0.004
		2.500	0.004
		2.594	0.003
		2.688	0.003
		2.781	0.003
		2.875	0.003
		2.969	0.003
		3.063	0.002
		3.156	0.002
		3.250	0.002
		3.344	0.002
		3.438	0.002
		3.531	0.002
		3.625	0.002
		3.719	0.002
		3.813	0.002
		3.906	0.001
		4.000	0.001

Parametri dipendenti

F _{av}	S	η
1.261	1.000	1.000

Espressioni dei parametri dipendenti

S = S_z, S_T (MTC-08 Eq. 3.2.5)
 $\eta = 1/q$ (MTC-08 §. 3.2.3.5)
 $F_{av} = 1.35 \cdot F_s \cdot \left(\frac{a_{av}}{g} \right)^{0.5}$ (MTC-08 Eq. 3.2.11)

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

$0 \leq T < T_B$: $S_d(T) = a_{av} \cdot S \cdot \eta \cdot F_s \cdot \left[\frac{T}{T_c} + 1 \cdot \left(1 - \frac{T}{T_c} \right) \right]$
 $T_B \leq T < T_C$: $S_d(T) = a_{av} \cdot S \cdot \eta \cdot F_s$
 $T_C \leq T < T_D$: $S_d(T) = a_{av} \cdot S \cdot \eta \cdot F_s \cdot \left(\frac{T}{T_c} \right)$
 $T_D \leq T$: $S_d(T) = a_{av} \cdot S \cdot \eta \cdot F_s \cdot \left(\frac{T}{T_c} \right)$

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

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 è stata attribuita alle travi ed ai trasversi come una massa per unità di lunghezza:

trave D	6.07	t/m	
trave C	4.36	t/m	tratto a
trave B	4.36	t/m	sezione
trave A	6.33	t/m	variabile
trave D	5.81	t/m	
trave C	4.36	t/m	tratto a
trave B	4.36	t/m	sezione
trave A	6.07	t/m	costante
tvv pile	9.40	t/m	
tvv spalle	3.13	t/m	

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

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

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 17 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_relazione_calcolo_pile_dx.doc

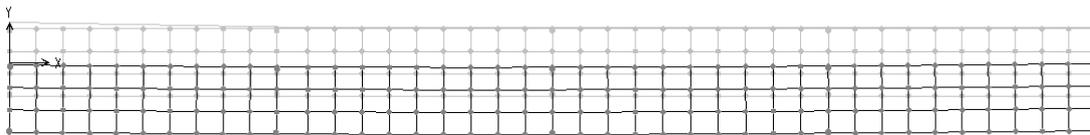
2.2.11 Resistenza parassita dei vincoli (q7)

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

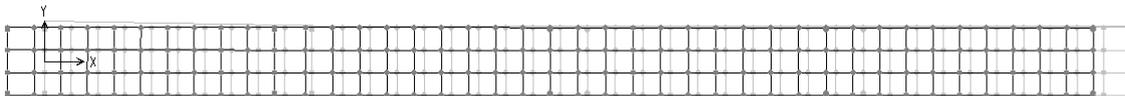
2.3 RIPOSTA SISMICA DEL VIADOTTO

TABLE: Modal Periods And Frequencies						TABLE: Modal Periods And Frequencies					
StepType	StepNum	Period	Frequency	CircFreq	Eigenvalue	StepType	StepNum	Period	Frequency	CircFreq	Eigenvalue
Text	Unitless	Sec	Cyc/sec	rad/sec	rad2/sec2	Text	Unitless	Sec	Cyc/sec	rad/sec	rad2/sec2
Mode	1	2.612	0.383	2.405	5.786	Mode	26	0.094	10.657	66.958	4483.300
Mode	2	2.595	0.385	2.421	5.863	Mode	27	0.090	11.137	69.978	4897.000
Mode	3	2.118	0.472	2.967	8.804	Mode	28	0.082	12.125	76.183	5803.900
Mode	4	0.583	1.715	10.777	116.130	Mode	29	0.081	12.376	77.758	6046.300
Mode	5	0.344	2.909	18.280	334.170	Mode	30	0.076	13.154	82.652	6831.300
Mode	6	0.305	3.284	20.631	425.650	Mode	31	0.070	14.346	90.139	8125.000
Mode	7	0.263	3.803	23.895	570.960	Mode	32	0.069	14.420	90.605	8209.200
Mode	8	0.257	3.894	24.467	598.620	Mode	33	0.067	14.964	94.019	8839.500
Mode	9	0.255	3.918	24.619	606.110	Mode	34	0.066	15.075	94.716	8971.100
Mode	10	0.231	4.320	27.144	736.800	Mode	35	0.062	16.105	101.190	10240.000
Mode	11	0.226	4.420	27.769	771.120	Mode	36	0.060	16.716	105.030	11032.000
Mode	12	0.206	4.845	30.444	926.820	Mode	37	0.059	17.016	106.920	11431.000
Mode	13	0.185	5.391	33.873	1147.400	Mode	38	0.058	17.157	107.800	11622.000
Mode	14	0.161	6.216	39.053	1525.100	Mode	39	0.058	17.169	107.880	11637.000
Mode	15	0.133	7.530	47.314	2238.600	Mode	40	0.058	17.230	108.260	11720.000
Mode	16	0.121	8.231	51.715	2674.500	Mode	41	0.058	17.279	108.560	11786.000
Mode	17	0.112	8.896	55.896	3124.400	Mode	42	0.058	17.320	108.830	11843.000
Mode	18	0.111	9.003	56.565	3199.500	Mode	43	0.057	17.403	109.340	11956.000
Mode	19	0.103	9.698	60.936	3713.200	Mode	44	0.057	17.442	109.590	12010.000
Mode	20	0.100	9.978	62.691	3930.100	Mode	45	0.056	17.703	111.230	12372.000
Mode	21	0.100	9.991	62.774	3940.500	Mode	46	0.055	18.236	114.580	13129.000
Mode	22	0.100	10.027	63.001	3969.200	Mode	47	0.055	18.346	115.270	13287.000
Mode	23	0.099	10.108	63.508	4033.300	Mode	48	0.053	18.891	118.700	14089.000
Mode	24	0.095	10.491	65.917	4345.000	Mode	49	0.052	19.250	120.950	14629.000
Mode	25	0.094	10.590	66.542	4427.800	Mode	50	0.051	19.629	123.330	15211.000

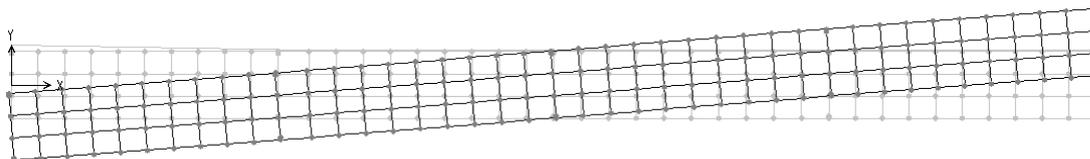
Prima forma modale



Seconda forma modale



Terza forma modale



CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 18 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_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 nel paragrafo precedente. Le azioni verticali (Fz) si assumono positive se di compressione, mentre quelle orizzontali (Fx ed Fy) ed i momenti trasversali e longitudinali (Mx e My) si assumono in valore assoluto.

Nel seguito si indica con:

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

3.1.1 Sollecitazioni nella sezione di base delle pile

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

SOLLECITAZIONI RISPETTO BASE PILA

H	= 5.00 m					altezza pila
	Fx	Fy	Fz	Mx	My	
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	
g1-impalcato	0	0	6583	258	0	
g1-pile	0	0	1419	0	0	
g2	0	0	1121	35	0	
e2	17	0	631	3	95	
e3.3	17	0	153	5	93	
e3.4	63	0	-229	7	348	
q1.1	0	3	2975	3411	413	
q1.2	0	4	2171	5757	234	
q3	138	0	0	0	757	
q4	0	0	0	0	0	
q5-impalcato	0	136	0	934	0	
q5-pile	0	13	0	28	0	
q6.1	601	91	-155	502	3306	
q6.2	180	303	-155	1677	991	
q6.3	180	91	-518	503	991	
q7	77	0	0	0	385	

PILA 01

SOLLECITAZIONI RISPETTO BASE PILA

H	= 7.50 m					altezza pila
	Fx	Fy	Fz	Mx	My	
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	
g1-impalcato	0	0	5746	242	0	
g1-pile	0	0	1670	0	0	
g2	0	0	940	32	0	
e2	0	0	-277	6	1	
e3.3	0	0	135	2	0	
e3.4	0	0	-50	0	0	
q1.1	0	3	2870	1495	158	
q1.2	0	8	2001	5449	99	
q3	137	0	0	0	1093	
q4	0	0	0	0	0	
q5-impalcato	0	138	0	1264	0	
q5-pile	0	21	0	68	0	
q6.1	651	101	-150	772	5082	
q6.2	195	336	-150	2575	1523	
q6.3	195	101	-502	772	1523	
q7	67	0	0	0	501	

PILA 02

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 19 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_relazione_calcolo_pile_dx.doc

SOLLECITAZIONI RISPETTO BASE PILA

H = 6.50 m altezza pila

	Fx	Fy	Fz	Mx	My
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
g1-impalcato	0	0	6529	248	0
g1-pile	0	0	1566	0	0
g2	0	0	1090	34	0
e2	17	0	632	3	120
e3.3	17	0	152	5	118
e3.4	63	0	-228	7	442
q1.1	0	4	2966	3131	22
q1.2	0	5	2167	5422	53
q3	137	0	0	0	960
q4	0	0	0	0	0
q5-impalcato	0	136	0	1106	0
q5-pile	0	18	0	50	0
q6.1	644	97	-154	650	4404
q6.2	193	323	-154	2170	1320
q6.3	193	97	-514	650	1320
q7	76	0	0	0	495

PILA 03

3.1.2 Sollecitazioni nella sezione di testa del pulvino

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

PILA 01

SOLLECITAZIONI RISPETTO TESTA PULVINO

	P01-D			P01-S		
	Fx	Fy	Fz	Fx	Fy	Fz
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
g1-impalcato	0	0	3328	0	0	3255
g2	0	0	565	0	0	555
e2	9	0	315	9	0	316
e3.3	8	0	77	8	0	76
e3.4	32	0	-115	32	0	-113
q1.1	0	0	1655	0	2	1880
q1.2	0	2	540	0	3	1170
q3	69	0	0	69	0	0
q4	0	0	0	0	0	0
q5-impalcato	0	68	-27	0	68	27
q6.1	417	63	-105	417	63	-104
q6.2	125	209	-107	125	209	-106
q6.3	125	63	-349	125	63	-345
q7	39	0	0	38	0	0

PILA 02

SOLLECITAZIONI RISPETTO TESTA PULVINO

	P02-D			P02-S		
	Fx	Fy	Fz	Fx	Fy	Fz
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
g1-impalcato	0	0	2908	0	0	2838
g2	0	0	475	0	0	465
e2	0	0	-140	0	0	-138
e3.3	0	0	68	0	0	67
e3.4	0	0	-25	0	0	-25
q1.1	0	1	1626	0	3	1796
q1.2	0	3	1131	0	5	1106
q3	68	0	0	68	0	0
q4	0	0	0	0	0	0
q5-impalcato	0	69	-23	0	69	23
q6.1	414	64	-102	413	64	-101
q6.2	124	212	-109	124	212	-107
q6.3	124	64	-338	124	64	-334
q7	34	0	0	33	0	0

	S.L.U.									q5								
g1	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	1.35	1.35	1.35	1.35
g2	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	1.35	1.35	1.35	1.35
e2	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	1.20	1.20	1.20	1.20
e3.3	0.72	0	0.72	0	0.72	0	0.72	0	0.72	0	0.72	0	0.72	0	0.72	0	0.72	0
e3.4	0	0.72	0	0.72	0	0.72	0	0.72	0	0.72	0	0.72	0	0.72	0	0.72	0	0.72
q1.1	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	1.01	1.01	1.01	1.01
q1.2	0	0	0	0	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	0	0	0	0	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
q3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q4	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
q5	0.90	0.90	-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	1.50	1.50
q6.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q7	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	0.90	0.90	0.90	0.90

	S.L.U.									q6.x			S.L.V. q6.y			q6.z		
g1	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1	1	1	1	1	1	1	1
g2	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1	1	1	1	1	1	1	1
e2	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1	1	1	1	1	1	1	1	1
e3.3	1.20	0	1.20	0	1.20	0	1.20	0	1.20	0.50	0	0.50	0	0.50	0	0.50	0	0.50
e3.4	0	1.20	0	1.20	0	1.20	0	1.20	0	0.50	0	0.50	0	0.50	0	0.50	0	0.50
q1.1	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q1.2	0	0	0	0	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q5	0.90	0.90	-0.90	-0.90	0.90	0.90	-0.90	-0.90	0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
q6.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q7	0.90	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	0.60	0.60	0.60

	S.L.car									S.L.E.									S.L.freq									S.L.qp							
g1	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	1	1	1	1	1	1	1	
g2	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	1	1	1	1	1	1	1	
e2	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	1	1	1	1	1	1	1	
e3.3	0.60	0	0.60	0	0.60	0	0.60	0	0.60	0	0.60	0	0.60	0	0.60	0	0.60	0	0.60	0	0.60	0	0.60	0	0.60	0	0.60	0	0.60	0	0.60	0	0.60	0	0.60
e3.4	0	0.60	0	0.60	0	0.60	0	0.60	0	0.60	0	0.60	0	0.60	0	0.60	0	0.60	0	0.60	0	0.60	0	0.60	0	0.60	0	0.60	0	0.60	0	0.60	0	0.60	
q1.1	0.75	0.75	0.75	0.75	0	0	0	0	0	0.75	0.75	0.75	0.75	0	0	0	0	0	0	0	0.75	0.75	0.75	0.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q1.2	0	0	0	0	-0.75	-0.75	-0.75	-0.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.75	-0.75	-0.75	-0.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q3	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	0	0	0	0	0	0	0	0
q4	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	0	0	0	0	0	0	0	0
q5	0.60	0.60	-0.60	-0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	0.60	0.20	0.20	-0.20	-0.20	0.20	0.20	-0.20	-0.20	0.20	0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	0.20	0.20	-0.20	-0.20	0.20	0.20	-0.20	-0.20	0.20	0.20	-0.20	-0.20
q6.1	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	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.2	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	0	0	0	0	0	0	0	0
q6.3	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	0	0	0	0	0	0	0	0
q7	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	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 (per agevolare le verifiche da fare successivamente, sono qui evidenziati i valori massimi di ogni sollecitazione ed il valore minimo dello sforzo assiale nella combinazione sismica).

PILA 01

SOLLECITAZIONI SEZIONE DI BASE PILA NELLE COMBINAZIONI DI CARICO

	S.L.U.									q3									
Fx	103	136	103	136	103	136	103	136	103	309	343	309	343	309	342	309	342	309	342
Fy	138	138	-130	-130	139	139	-129	-129	137	137	137	-131	-131	138	138	-130	-130	138	138
Fz	17199	16924	17199	16924	16114	15839	16114	15839	16195	15920	16195	15920	15381	15106	15381	15106	15381	15106	
Mx	5872	5874	4142	4143	9039	9040	7308	7310	4721	4722	2991	2992	7096	7098	5368	5367	5367	5367	
My	1086	1269	1086	1269	844	1027	844	1027	2082	2265	2082	2265	1900	2084	1900	2083	1900	2083	

	S.L.U.									q5									
Fx	103	136	103	136	103	136	103	136	103	103	136	103	136	103	136	103	136	103	136
Fy	137	137	-131	-131	138	138	-130	-130	137	226	226	-220	-220	227	227	-220	-220	227	227
Fz	16195	15920	16195	15920	15381	15106	15381	15106	16195	15920	16195	15920	15381	15106	15381	15106	15381	15106	
Mx	4721	4722	2991	2992	7096	7098	5368	5367	5297	5299	2414	2416	7672	7674	4789	4791	4791	4791	
My	946	1130	946	1130	765	948	765	948	946	1130	946	1130	765	948	765	948	765	948	

	S.L.U.									q6.x			S.L.V. q6.y			q6.z			
Fx	111	167	111	167	111	166	111	166	111	673	696	252	275	252	275	252	275	252	275
Fy	137	137	-131	-131	138	138	-130	-130	137	91	91	303	303	91	91	91	91	91	91
Fz	16268	15810	16268	15810	15454	14996	15454	14996	16195	15920	16195	15920	15381	15106	15381	15106	15381	15106	
Mx	4723	4726	2993	2996	7098	7101	5368	5371	801	802	1975	1976	801	802	802	802	802	802	
My	991	1297	991	1297	809	1115	809	1115	3678	3806	1363	1491	1363	1491	1363	1491	1363	1491	

PILA 01

SOLLECITAZIONI SEZIONE DI TESTA PULVINO NELLE COMBINAZIONI DI CARICO

										S.L.U.							
P01-D										q1							
Fx	52	69	51	68	52	69	51	68	52	155	172	155	171	155	172	155	171
Fy	62	62	-61	-61	64	64	-58	-58	62	62	62	-61	-61	63	63	-59	-59
Fz	7901	7762	7948	7810	6396	6257	6443	6305	7342	7203	7390	7251	6213	6075	6261	6123	
V	81	92	79	91	83	94	78	90	167	182	166	182	168	183	165	181	
P01-S										q3							
Fx	52	68	51	68	51	68	51	67	155	171	154	171	154	171	154	171	
Fy	63	63	-59	-59	65	65	-57	-57	63	63	-59	-59	64	64	-58	-58	
Fz	8139	8003	8091	7955	7180	7044	7132	6996	7504	7368	7457	7321	6785	6649	6738	6602	
V	82	93	78	90	83	94	76	88	167	182	165	181	167	183	165	180	
P01-D										S.L.U.							
										q4							
Fx	52	69	51	68	52	69	51	68	52	69	51	68	52	69	51	68	
Fy	62	62	-61	-61	63	63	-59	-59	102	102	-102	-102	104	104	-100	-100	
Fz	7342	7203	7390	7251	6213	6075	6261	6123	7326	7188	7406	7267	6197	6059	6277	6139	
V	80	92	80	91	82	93	78	90	115	123	114	122	116	125	112	121	
P01-S										S.L.U.							
										q4							
Fx	51	68	51	68	51	68	51	67	52	68	51	67	51	68	51	67	
Fy	63	63	-59	-59	64	64	-58	-58	104	104	-100	-100	105	105	-99	-99	
Fz	7504	7368	7457	7321	6785	6649	6738	6602	7520	7384	7441	7305	6801	6665	6722	6586	
V	81	93	78	90	82	93	77	89	116	124	112	121	117	125	111	120	
P01-D										S.L.U.				S.L.V.			
										e3				q6.x			
Fx	56	84	55	83	56	84	55	83	453	465	161	173	161	173			
Fy	62	62	-61	-61	63	63	-59	-59	63	63	209	209	63	63			
Fz	7379	7148	7427	7196	6250	6019	6298	6067	4142	4046	4140	4044	3898	3802			
V	83	104	82	103	85	105	81	102	457	469	264	271	173	184			
P01-S										S.L.U.				S.L.V.			
										e3				q6.x			
Fx	55	83	55	83	55	83	55	83	452	464	161	172	161	172			
Fy	63	63	-59	-59	64	64	-58	-58	63	63	209	209	63	63			
Fz	7541	7314	7493	7266	6822	6595	6774	6547	4060	3966	4058	3963	3819	3724			
V	84	104	81	102	85	105	80	101	457	468	264	271	172	183			

PILA 02

SOLLECITAZIONI SEZIONE DI TESTA PULVINO NELLE COMBINAZIONI DI CARICO

										S.L.U.							
P02-D										q1							
Fx	31	31	31	31	31	31	31	31	31	133	133	133	133	133	133	133	
Fy	64	64	-60	-60	66	66	-58	-58	63	63	-61	-61	65	65	-59	-59	
Fz	6622	6555	6664	6597	5953	5886	5995	5928	6073	6006	6115	6048	5572	5505	5613	5546	
V	71	71	68	68	73	73	65	65	147	147	146	146	148	148	145	145	
P02-S										S.L.U.							
										q1							
Fx	30	30	30	30	30	30	30	30	132	132	132	132	132	132	132	132	
Fy	66	66	-58	-58	68	68	-56	-56	65	65	-59	-59	67	67	-57	-57	
Fz	6788	6722	6746	6680	5857	5791	5816	5749	6182	6116	6140	6074	5484	5417	5442	5376	
V	73	73	65	65	75	75	63	63	148	148	145	145	148	148	144	144	
P02-D										S.L.U.							
										q4							
Fx	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	
Fy	63	63	-61	-61	65	65	-59	-59	105	105	-102	-102	107	107	-100	-100	
Fz	6073	6006	6115	6048	5572	5505	5613	5546	6059	5992	6129	6062	5558	5491	5627	5560	
V	70	70	68	68	72	72	66	66	109	109	107	107	111	111	105	105	
P02-S										S.L.U.							
										q4							
Fx	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
Fy	65	65	-59	-59	67	67	-57	-57	107	107	-100	-100	108	108	-98	-98	
Fz	6182	6116	6140	6074	5484	5417	5442	5376	6196	6129	6126	6060	5498	5431	5428	5362	
V	72	72	66	66	73	73	64	64	111	111	104	104	112	112	103	103	
P02-D										S.L.U.				S.L.V.			
										e3				q6.x			
Fx	31	31	31	31	31	31	31	31	434	434	144	144	144	144			
Fy	63	63	-61	-61	65	65	-59	-59	64	64	212	212	64	64			
Fz	6106	5994	6147	6036	5604	5493	5646	5534	3175	3129	3168	3122	2939	2892			
V	70	70	68	68	72	72	66	66	439	439	257	257	158	158			
P02-S										S.L.U.				S.L.V.			
										e3				q6.x			
Fx	30	30	30	30	30	30	30	30	433	433	144	144	144	144			
Fy	65	65	-59	-59	67	67	-57	-57	64	64	212	212	64	64			
Fz	6214	6103	6173	6062	5516	5405	5474	5364	3099	3053	3092	3046	2865	2819			
V	72	72	66	66	73	73	64	64	438	438	256	256	157	157			

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 24 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_relazione_calcolo_pile_dx.doc

PILA 03

SOLLECITAZIONI SEZIONE DI TESTA PULVINO NELLE COMBINAZIONI DI CARICO

P03-D										S.L.U.									
					q1									q3					
Fx	51	68	51	67	51	68	51	67	154	171	154	170	154	171	154	170			
Fy	62	62	-60	-60	66	66	-56	-56	62	62	-60	-60	65	65	-57	-57			
Fz	7794	7656	7834	7896	6161	6023	6202	6064	7248	7110	7289	7151	6024	5886	6064	5926			
V	80	92	79	90	84	95	75	88	166	182	165	181	167	183	164	180			
P03-S										S.L.U.									
					q1									q3					
Fx	51	67	50	67	51	67	50	67	153	170	153	170	153	170	153	170			
Fy	64	64	-58	-58	66	66	-56	-56	63	63	-59	-59	65	65	-57	-57			
Fz	8036	7900	7995	7860	7106	6971	7066	6931	7412	7277	7372	7236	6715	6580	6675	6539			
V	82	93	77	88	83	94	75	87	166	182	164	179	167	182	163	179			
P03-D										S.L.U.									
					q4									q5					
Fx	51	68	51	67	51	68	51	67	51	68	51	67	51	68	51	67			
Fy	62	62	-60	-60	65	65	-57	-57	102	102	-101	-101	106	106	-98	-98			
Fz	7248	7110	7289	7151	6024	5886	6064	5926	7235	7097	7302	7164	6010	5872	6078	5940			
V	80	92	79	90	83	94	76	88	115	123	113	121	117	126	110	119			
P03-S										S.L.U.									
					q4									q5					
Fx	51	67	50	67	51	67	50	67	51	67	50	67	51	67	50	67			
Fy	63	63	-59	-59	65	65	-57	-57	104	104	-99	-99	106	106	-98	-98			
Fz	7412	7277	7372	7236	6715	6580	6675	6539	7426	7290	7358	7223	6729	6593	6661	6526			
V	81	92	77	89	82	93	76	88	116	124	111	120	117	125	110	118			
P03-D										S.L.U.				S.L.V.					
					e3					q6.x			q6.y			q6.z			
Fx	55	83	55	83	55	83	55	83	451	462	160	172	160	172					
Fy	62	62	-60	-60	65	65	-57	-57	63	63	208	208	63	63					
Fz	7285	7055	7325	7096	6060	5831	6101	5871	4099	4004	4094	3999	3857	3762					
V	83	104	81	102	85	105	79	100	455	467	263	270	172	183					
P03-S										S.L.U.				S.L.V.					
					e3					q6.x			q6.y			q6.z			
Fx	55	82	54	82	55	82	54	82	450	462	160	171	160	171					
Fy	63	63	-59	-59	65	65	-57	-57	63	63	208	208	63	63					
Fz	7448	7223	7408	7182	6751	6526	6711	6485	4020	3926	4015	3921	3781	3687					
V	84	104	80	101	85	105	79	100	455	466	263	270	172	182					

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. Le forze sono espresse in kN e i momenti in kNm.

PILA 1 - Sollecitazione sulla palificata

comb	Fx	Fy	Fz	Mx	My
	kN	kN	kN	kNm	kNm
SLU1	103	138	24121	6217	828
SLU2	136	138	23847	5807	1043
SLU3	103	-130	24121	3816	828
SLU4	136	-130	23847	3406	1042
SLU5	103	139	23036	9386	587
SLU6	136	139	22762	8976	801
SLU7	103	-129	23036	6986	587
SLU8	136	-129	22762	6576	801
SLU9	309	137	23117	5063	1309
SLU10	343	137	22843	4653	1523
SLU11	309	-131	23117	2663	1309
SLU12	343	-131	22843	2253	1523
SLU13	309	138	22303	7440	1128
SLU14	342	138	22029	7030	1342
SLU15	309	-130	22303	5040	1127
SLU16	342	-130	22029	4630	1342
SLU17	103	137	23117	5063	689
SLU18	136	137	22843	4653	903
SLU19	103	-131	23117	2663	689
SLU20	136	-131	22843	2253	903

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 25 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_relazione_calcolo_pile_dx.doc

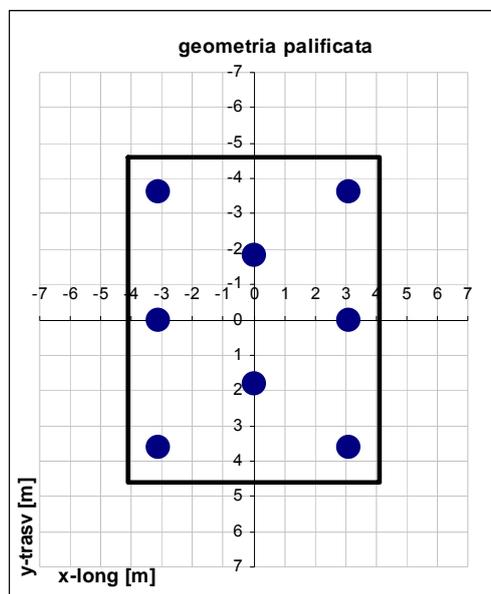
PILA 1 - Sollecitazione sulla palificata

comb	Fx	Fy	Fz	Mx	My
	kN	kN	kN	kNm	kNm
SLU21	103	138	22303	7440	508
SLU22	136	138	22029	7030	722
SLU23	103	-130	22303	5040	508
SLU24	136	-130	22029	4630	722
SLU25	103	226	23117	5863	689
SLU26	136	226	22843	5453	903
SLU27	103	-220	23117	1863	689
SLU28	136	-220	22843	1453	903
SLU29	103	227	22303	8240	508
SLU30	136	227	22029	7830	722
SLU31	103	-220	22303	4240	508
SLU32	136	-220	22029	3830	722
SLU33	111	137	23190	5066	714
SLU34	167	137	22733	4382	1071
SLU35	111	-131	23190	2665	714
SLU36	167	-131	22733	1982	1071
SLU37	111	138	22377	7443	533
SLU38	166	138	21919	6759	889
SLU39	111	-130	22377	5042	533
SLU40	166	-130	21919	4359	889
SLV1	673	91	14802	1028	1996
SLV2	696	91	14612	743	2144
SLV3	252	303	14802	1587	1183
SLV4	275	303	14612	1302	1332
SLV5	252	91	14440	1028	733
SLV6	275	91	14249	743	882
SLE-C1	74	92	17204	3662	507
SLE-C2	102	92	16975	3321	685
SLE-C3	74	-87	17204	2062	507
SLE-C4	102	-87	16975	1720	685
SLE-C5	73	87	13344	-3225	23
SLE-C6	101	87	13116	-3567	201
SLE-C7	73	-92	13344	-4825	23
SLE-C8	101	-92	13116	-5167	201
SLE-F1	74	32	17204	3129	507
SLE-F2	102	32	16975	2787	685
SLE-F3	74	-28	17204	2596	507
SLE-F4	102	-28	16975	2254	685
SLE-F5	73	27	13344	-3758	23
SLE-F6	101	27	13116	-4100	201
SLE-F7	73	-32	13344	-4292	23
SLE-F8	101	-32	13116	-4634	201
SLE-QP1	72	0	14958	298	193
SLE-QP2	95	0	14767	14	341

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 26 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_relazione_calcolo_pile_dx.doc

La geometria della palificata 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	-2.55	-3.60	12.96	6.50
2	-2.55	0.00	0.00	6.50
3	-2.55	3.60	12.96	6.50
4	0.00	-1.80	3.24	0.00
5	0.00	1.80	3.24	0.00
6	2.55	-3.60	12.96	6.50
7	2.55	0.00	0.00	6.50
8	2.55	3.60	12.96	6.50



PILA 1 - Azioni sui pali

PALO	SFORZO NORMALE N [kN]								TAGLIO [kN]		
	1	2	3	4	5	6	7	8	Vx	Vy	V
SLU1	2686	3069	3453	2823	3207	2577	2961	3345	13	17	22
SLU2	2691	3049	3407	2802	3160	2554	2913	3271	17	17	24
SLU3	2834	3069	3305	2897	3133	2725	2961	3197	13	-16	21
SLU4	2839	3049	3259	2876	3086	2702	2913	3123	17	-16	24
SLU5	2338	2918	3497	2590	3169	2262	2841	3421	13	17	22
SLU6	2343	2898	3452	2568	3122	2239	2793	3347	17	17	24
SLU7	2487	2918	3349	2664	3095	2410	2841	3272	13	-16	21
SLU8	2492	2898	3303	2642	3048	2387	2793	3199	17	-16	23
SLU9	2663	2975	3288	2733	3046	2492	2804	3117	39	17	42
SLU10	2668	2955	3242	2712	2999	2469	2756	3043	43	17	46
SLU11	2811	2975	3140	2807	2972	2640	2804	2968	39	-16	42
SLU12	2816	2955	3094	2786	2925	2617	2756	2895	43	-16	46
SLU13	2402	2862	3321	2558	3018	2255	2714	3173	39	17	42
SLU14	2407	2841	3275	2537	2971	2232	2666	3100	43	17	46
SLU15	2551	2862	3173	2632	2943	2403	2714	3025	39	-16	42
SLU16	2555	2841	3127	2611	2897	2380	2666	2952	43	-16	46
SLU17	2622	2935	3247	2733	3046	2532	2845	3157	13	17	21
SLU18	2627	2914	3202	2712	2999	2509	2796	3084	17	17	24
SLU19	2770	2935	3099	2807	2972	2680	2845	3009	13	-16	21
SLU20	2775	2914	3053	2786	2925	2657	2796	2935	17	-16	24
SLU21	2362	2821	3280	2558	3018	2295	2755	3214	13	17	21
SLU22	2367	2801	3235	2537	2971	2272	2706	3140	17	17	24
SLU23	2510	2821	3132	2632	2943	2444	2755	3066	13	-16	21
SLU24	2515	2801	3087	2611	2897	2421	2706	2992	17	-16	24
SLU25	2573	2935	3297	2709	3071	2483	2845	3207	13	28	31
SLU26	2578	2914	3251	2687	3024	2460	2796	3133	17	28	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: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 27 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_relazione_calcolo_pile_dx.doc

PILA 1 - Azioni sui pali

PALO	SFORZO NORMALE N [kN]								TAGLIO [kN]		
	1	2	3	4	5	6	7	8	Vx	Vy	V
SLU27	2820	2935	3050	2832	2947	2730	2845	2960	13	-28	30
SLU28	2825	2914	3004	2810	2900	2707	2796	2886	17	-28	32
SLU29	2312	2821	3330	2534	3042	2246	2755	3263	13	28	31
SLU30	2317	2801	3284	2512	2995	2223	2706	3190	17	28	33
SLU31	2559	2821	3083	2657	2919	2493	2755	3016	13	-27	30
SLU32	2564	2801	3037	2635	2872	2470	2706	2943	17	-27	32
SLU33	2633	2945	3258	2742	3055	2539	2852	3165	14	17	22
SLU34	2641	2912	3182	2706	2977	2501	2772	3042	21	17	27
SLU35	2781	2945	3110	2817	2981	2688	2852	3017	14	-16	21
SLU36	2789	2912	3034	2780	2903	2649	2772	2894	21	-16	26
SLU37	2372	2832	3291	2567	3027	2303	2762	3222	14	17	22
SLU38	2381	2798	3215	2531	2949	2265	2682	3099	21	17	27
SLU39	2521	2832	3143	2641	2953	2451	2762	3074	14	-16	21
SLU40	2529	2798	3067	2605	2874	2413	2682	2951	21	-16	26
SLV1	1917	1981	2044	1819	1882	1656	1720	1783	84	11	85
SLV2	1921	1967	2012	1804	1849	1640	1686	1732	87	11	88
SLV3	1830	1928	2026	1801	1899	1675	1773	1871	32	38	49
SLV4	1833	1914	1994	1786	1867	1659	1739	1820	34	38	51
SLV5	1789	1853	1916	1773	1837	1694	1757	1820	32	11	33
SLV6	1793	1839	1885	1758	1804	1678	1723	1769	34	11	36
SLE-C1	1958	2184	2410	2037	2264	1891	2117	2343	9	11	15
SLE-C2	1962	2167	2372	2019	2224	1872	2077	2282	13	11	17
SLE-C3	2056	2184	2311	2087	2214	1990	2117	2245	9	-11	14
SLE-C4	2061	2167	2273	2069	2175	1971	2077	2183	13	-11	17
SLE-C5	1869	1670	1470	1768	1569	1866	1667	1467	9	11	14
SLE-C6	1873	1653	1432	1750	1529	1846	1626	1406	13	11	17
SLE-C7	1967	1670	1372	1817	1519	1964	1667	1369	9	-11	15
SLE-C8	1972	1653	1334	1799	1480	1945	1626	1307	13	-11	17
SLE-F1	1991	2184	2377	2054	2247	1924	2117	2311	9	4	10
SLE-F2	1995	2167	2339	2036	2208	1905	2077	2249	13	4	13
SLE-F3	2023	2184	2344	2070	2231	1957	2117	2278	9	-3	10
SLE-F4	2028	2167	2306	2052	2191	1938	2077	2216	13	-3	13
SLE-F5	1902	1670	1438	1784	1552	1899	1667	1435	9	3	10
SLE-F6	1906	1653	1400	1766	1513	1879	1626	1373	13	3	13
SLE-F7	1934	1670	1405	1801	1536	1931	1667	1402	9	-4	10
SLE-F8	1939	1653	1367	1782	1496	1912	1626	1340	13	-4	13
SLE-QP1	1864	1882	1901	1860	1879	1839	1857	1876	9	0	9
SLE-QP2	1867	1868	1869	1845	1846	1823	1824	1824	12	0	12

PILA 2 - Sollecitazione sulla palificata

comb	Fx	Fy	Fz	Mx	My
	kN	kN	kN	kNm	kNm
SLU1	61	147	21842	3964	514
SLU2	61	147	21709	3872	514
SLU3	61	-139	21842	851	514
SLU4	61	-139	21709	760	514
SLU5	61	154	20670	9320	434

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 28 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_relazione_calcolo_pile_dx.doc

PILA 2 - Sollecitazione sulla palificata

comb	Fx	Fy	Fz	Mx	My
	kN	kN	kN	kNm	kNm
SLU6	61	154	20536	9229	434
SLU7	61	-132	20670	6208	434
SLU8	61	-132	20536	6116	434
SLU9	266	146	20874	3457	1588
SLU10	266	146	20740	3365	1588
SLU11	266	-140	20874	345	1588
SLU12	266	-140	20740	253	1588
SLU13	265	152	19994	7475	1528
SLU14	265	152	19861	7383	1528
SLU15	265	-134	19994	4362	1528
SLU16	265	-134	19861	4270	1528
SLU17	61	146	20874	3457	461
SLU18	61	146	20740	3365	461
SLU19	61	-140	20874	345	461
SLU20	61	-140	20740	253	461
SLU21	61	152	19994	7475	401
SLU22	61	152	19861	7383	401
SLU23	61	-134	19994	4362	401
SLU24	61	-134	19861	4270	401
SLU25	61	242	20874	4495	461
SLU26	61	242	20740	4403	461
SLU27	61	-235	20874	-693	461
SLU28	61	-235	20740	-784	461
SLU29	61	247	19994	8512	401
SLU30	61	247	19861	8420	401
SLU31	61	-230	19994	3325	401
SLU32	61	-230	19861	3233	401
SLU33	61	146	20938	3458	461
SLU34	61	146	20716	3305	461
SLU35	61	-140	20938	346	461
SLU36	61	-140	20716	193	461
SLU37	61	152	20059	7475	401
SLU38	61	152	19837	7322	401
SLU39	61	-134	20059	4363	401
SLU40	61	-134	19837	4210	401
SLV1	692	101	13124	1307	3654
SLV2	692	101	13031	1243	3654
SLV3	235	337	13124	2482	1724
SLV4	235	337	13031	2418	1724
SLV5	235	101	12772	1307	1236
SLV6	235	101	12680	1243	1236
SLE-C1	40	98	15440	2446	319
SLE-C2	40	98	15329	2370	319
SLE-C3	40	-93	15440	371	319
SLE-C4	40	-93	15329	295	319
SLE-C5	40	90	11787	-2782	128
SLE-C6	40	90	11676	-2858	128
SLE-C7	40	-101	11787	-4857	128
SLE-C8	40	-101	11676	-4933	128

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 29 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_relazione_calcolo_pile_dx.doc

PILA 2 - Sollecitazione sulla palificata

comb	Fx	Fy	Fz	Mx	My
	kN	kN	kN	kNm	kNm
SLE-F1	40	34	15440	1755	319
SLE-F2	40	34	15329	1678	319
SLE-F3	40	-29	15440	1063	319
SLE-F4	40	-29	15329	987	319
SLE-F5	40	26	11787	-3473	128
SLE-F6	40	26	11676	-3550	128
SLE-F7	40	-37	11787	-4165	128
SLE-F8	40	-37	11676	-4241	128
SLE-QP1	40	0	13274	283	201
SLE-QP2	40	0	13182	219	201

PILA 2 - Azioni sui pali

PALO	SFORZO NORMALE N [kN]								TAGLIO [kN]		
	1	2	3	4	5	6	7	8	Vx	Vy	V
SLU1	2519	2764	3009	2608	2853	2452	2697	2941	8	18	20
SLU2	2508	2747	2986	2594	2833	2441	2680	2919	8	18	20
SLU3	2711	2764	2816	2704	2757	2644	2697	2749	8	-17	19
SLU4	2700	2747	2794	2690	2737	2633	2680	2727	8	-17	19
SLU5	2037	2612	3187	2296	2871	1980	2555	3131	8	19	21
SLU6	2026	2595	3165	2282	2852	1969	2539	3108	8	19	21
SLU7	2229	2612	2995	2392	2775	2172	2555	2939	8	-16	18
SLU8	2218	2595	2973	2378	2756	2161	2539	2916	8	-16	18
SLU9	2500	2713	2926	2503	2716	2292	2505	2719	33	18	38
SLU10	2489	2696	2904	2489	2696	2281	2489	2697	33	18	38
SLU11	2692	2713	2734	2599	2620	2484	2505	2527	33	-17	38
SLU12	2681	2696	2712	2585	2600	2473	2489	2504	33	-17	38
SLU13	2138	2599	3061	2269	2730	1938	2399	2861	33	19	38
SLU14	2127	2582	3038	2255	2710	1927	2383	2838	33	19	38
SLU15	2330	2599	2868	2365	2634	2130	2399	2669	33	-17	37
SLU16	2319	2582	2846	2351	2614	2119	2383	2646	33	-17	37
SLU17	2426	2639	2853	2503	2716	2366	2579	2792	8	18	20
SLU18	2415	2623	2830	2489	2696	2355	2562	2770	8	18	20
SLU19	2618	2639	2661	2599	2620	2558	2579	2600	8	-17	19
SLU20	2607	2623	2638	2585	2600	2547	2562	2578	8	-17	19
SLU21	2064	2525	2987	2269	2730	2012	2473	2934	8	19	20
SLU22	2053	2509	2965	2255	2710	2001	2456	2912	8	19	20
SLU23	2256	2525	2795	2365	2634	2204	2473	2742	8	-17	18
SLU24	2245	2509	2772	2351	2614	2193	2456	2720	8	-17	18
SLU25	2362	2639	2917	2470	2748	2302	2579	2857	8	30	31
SLU26	2351	2623	2894	2457	2728	2291	2562	2834	8	30	31
SLU27	2682	2639	2597	2631	2588	2622	2579	2536	8	-29	30
SLU28	2671	2623	2574	2617	2568	2611	2562	2514	8	-29	30
SLU29	2000	2525	3051	2237	2762	1948	2473	2999	8	31	32
SLU30	1989	2509	3029	2223	2742	1937	2456	2976	8	31	32
SLU31	2320	2525	2731	2397	2602	2268	2473	2678	8	-29	30
SLU32	2309	2509	2708	2383	2582	2257	2456	2656	8	-29	30
SLU33	2434	2647	2861	2511	2724	2374	2587	2801	8	18	20
SLU34	2416	2620	2824	2488	2692	2355	2559	2763	8	18	20

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 30 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_relazione_calcolo_pile_dx.doc

PILA 2 - Azioni sui pali

PALO	SFORZO NORMALE N [kN]								TAGLIO [kN]		
	1	2	3	4	5	6	7	8	Vx	Vy	V
SLU35	2626	2647	2669	2607	2628	2566	2587	2608	8	-17	19
SLU36	2608	2620	2632	2584	2595	2547	2559	2571	8	-17	19
SLU37	2072	2534	2995	2277	2738	2020	2481	2943	8	19	20
SLU38	2054	2506	2958	2254	2706	2001	2453	2905	8	19	20
SLU39	2264	2534	2803	2373	2642	2212	2481	2750	8	-17	18
SLU40	2246	2506	2766	2350	2610	2193	2453	2713	8	-17	18
SLV1	1799	1879	1960	1600	1681	1321	1402	1482	86	13	87
SLV2	1791	1868	1944	1591	1667	1313	1390	1467	86	13	87
SLV3	1600	1753	1906	1564	1717	1375	1528	1681	29	42	51
SLV4	1592	1742	1891	1554	1704	1367	1516	1666	29	42	51
SLV5	1597	1677	1758	1556	1637	1435	1516	1596	29	13	32
SLV6	1589	1666	1743	1547	1623	1427	1504	1581	29	13	32
SLE-C1	1800	1951	2102	1855	2006	1758	1909	2060	5	12	13
SLE-C2	1791	1937	2083	1843	1989	1749	1895	2042	5	12	13
SLE-C3	1928	1951	1974	1919	1941	1886	1909	1932	5	-12	13
SLE-C4	1919	1937	1955	1907	1925	1877	1895	1913	5	-12	13
SLE-C5	1653	1482	1310	1559	1387	1637	1465	1293	5	11	12
SLE-C6	1644	1468	1291	1548	1371	1628	1451	1275	5	11	12
SLE-C7	1781	1482	1182	1623	1323	1765	1465	1165	5	-13	14
SLE-C8	1772	1468	1163	1612	1307	1756	1451	1147	5	-13	14
SLE-F1	1843	1951	2059	1876	1984	1801	1909	2017	5	4	7
SLE-F2	1833	1937	2041	1864	1968	1792	1895	1999	5	4	7
SLE-F3	1885	1951	2016	1897	1963	1844	1909	1975	5	-4	6
SLE-F4	1876	1937	1998	1886	1947	1834	1895	1956	5	-4	6
SLE-F5	1696	1482	1267	1581	1366	1679	1465	1251	5	3	6
SLE-F6	1687	1468	1249	1569	1350	1670	1451	1232	5	3	6
SLE-F7	1739	1482	1225	1602	1345	1722	1465	1208	5	-5	7
SLE-F8	1730	1468	1206	1590	1329	1713	1451	1189	5	-5	7
SLE-QP1	1655	1672	1690	1651	1668	1629	1646	1664	5	0	5
SLE-QP2	1647	1661	1674	1641	1654	1621	1635	1648	5	0	5

PILA 3 - Sollecitazione sulla palificata

comb	Fx	Fy	Fz	Mx	My
	kN	kN	kN	kNm	kNm
SLU1	101	143	24193	6012	451
SLU2	135	143	23920	5604	714
SLU3	101	-133	24193	3242	451
SLU4	135	-133	23920	2834	714
SLU5	101	146	23115	9111	492
SLU6	135	146	22842	8703	756
SLU7	101	-130	23115	6341	492
SLU8	135	-130	22842	5933	756
SLU9	307	142	23192	4952	1369
SLU10	340	142	22919	4544	1632
SLU11	307	-134	23192	2182	1369
SLU12	340	-134	22919	1774	1632
SLU13	307	144	22383	7277	1400

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 31 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_relazione_calcolo_pile_dx.doc

PILA 3 - Sollecitazione sulla palificata

comb	Fx	Fy	Fz	Mx	My
	kN	kN	kN	kNm	kNm
SLU14	340	144	22110	6869	1663
SLU15	307	-132	22383	4507	1400
SLU16	340	-132	22110	4099	1663
SLU17	101	142	23192	4952	443
SLU18	135	142	22919	4544	707
SLU19	101	-134	23192	2182	443
SLU20	135	-134	22919	1774	707
SLU21	101	144	22383	7277	474
SLU22	135	144	22110	6869	738
SLU23	101	-132	22383	4507	474
SLU24	135	-132	22110	4099	738
SLU25	101	234	23192	5876	443
SLU26	135	234	22919	5468	707
SLU27	101	-226	23192	1259	443
SLU28	135	-226	22919	851	707
SLU29	101	236	22383	8200	474
SLU30	135	236	22110	7792	738
SLU31	101	-224	22383	3583	474
SLU32	135	-224	22110	3175	738
SLU33	109	142	23265	4955	480
SLU34	165	142	22809	4275	919
SLU35	109	-134	23265	2184	480
SLU36	165	-134	22809	1504	919
SLU37	109	144	22456	7279	511
SLU38	165	144	22001	6599	950
SLU39	109	-132	22456	4509	511
SLU40	165	-132	22001	3829	950
SLV1	715	97	14866	1180	3092
SLV2	738	97	14676	897	3275
SLV3	264	323	14866	2072	1618
SLV4	287	323	14676	1788	1801
SLV5	264	97	14505	1180	1135
SLV6	287	97	14316	897	1318
SLE-C1	73	95	17259	3566	322
SLE-C2	101	95	17032	3226	541
SLE-C3	73	-89	17259	1720	322
SLE-C4	101	-89	17032	1380	541
SLE-C5	73	88	13409	-2866	266
SLE-C6	101	88	13182	-3206	486
SLE-C7	73	-96	13409	-4712	266
SLE-C8	101	-96	13182	-5053	485
SLE-F1	73	34	17259	2951	322
SLE-F2	101	34	17032	2611	541
SLE-F3	73	-28	17259	2335	322
SLE-F4	101	-28	17032	1995	541
SLE-F5	73	27	13409	-3481	266
SLE-F6	101	27	13182	-3821	486
SLE-F7	73	-35	13409	-4097	266
SLE-F8	101	-35	13182	-4437	486

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 32 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_relazione_calcolo_pile_dx.doc

PILA 3 - Sollecitazione sulla palificata

comb	Fx	Fy	Fz	Mx	My
	kN	kN	kN	kNm	kNm
SLE-QP1	71	0	15020	287	298
SLE-QP2	94	0	14830	4	481

PILA 3 - Azioni sui pali

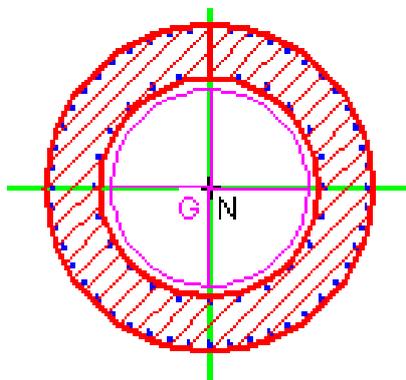
PALO	SFORZO NORMALE N [kN]								TAGLIO [kN]		
	1	2	3	4	5	6	7	8	Vx	Vy	V
SLU1	2682	3054	3425	2839	3210	2624	2995	3366	13	18	22
SLU2	2691	3037	3383	2817	3163	2597	2943	3289	17	18	25
SLU3	2853	3054	3254	2924	3124	2795	2995	3195	13	-17	21
SLU4	2862	3037	3212	2902	3077	2768	2943	3118	17	-17	24
SLU5	2359	2922	3484	2608	3171	2295	2857	3420	13	18	22
SLU6	2367	2905	3442	2587	3124	2269	2806	3343	17	18	25
SLU7	2530	2922	3313	2694	3085	2466	2857	3249	13	-16	21
SLU8	2538	2905	3271	2672	3038	2440	2806	3172	17	-16	23
SLU9	2683	2988	3294	2746	3052	2504	2810	3115	38	18	42
SLU10	2691	2972	3252	2725	3005	2478	2758	3039	43	18	46
SLU11	2854	2988	3123	2832	2966	2675	2810	2944	38	-17	42
SLU12	2862	2971	3081	2810	2920	2649	2758	2868	43	-17	46
SLU13	2440	2889	3339	2573	3023	2257	2706	3156	38	18	42
SLU14	2448	2872	3296	2552	2976	2231	2655	3079	43	18	46
SLU15	2611	2889	3168	2659	2937	2428	2706	2985	38	-17	42
SLU16	2619	2872	3125	2637	2890	2402	2655	2908	43	-17	46
SLU17	2622	2928	3234	2746	3052	2564	2870	3176	13	18	22
SLU18	2631	2911	3192	2725	3005	2538	2819	3099	17	18	24
SLU19	2793	2928	3063	2832	2966	2735	2870	3005	13	-17	21
SLU20	2802	2911	3021	2810	2920	2709	2819	2928	17	-17	24
SLU21	2380	2829	3278	2573	3023	2318	2767	3216	13	18	22
SLU22	2388	2812	3236	2552	2976	2292	2716	3140	17	18	25
SLU23	2551	2829	3107	2659	2937	2489	2767	3045	13	-17	21
SLU24	2559	2812	3065	2637	2890	2463	2716	2969	17	-17	24
SLU25	2565	2928	3291	2718	3080	2507	2870	3233	13	29	32
SLU26	2574	2911	3249	2696	3034	2481	2819	3156	17	29	34
SLU27	2850	2928	3006	2860	2938	2792	2870	2948	13	-28	31
SLU28	2859	2911	2964	2839	2891	2766	2819	2871	17	-28	33
SLU29	2323	2829	3335	2545	3051	2261	2767	3273	13	29	32
SLU30	2331	2812	3293	2523	3004	2235	2716	3197	17	29	34
SLU31	2608	2829	3050	2687	2908	2546	2767	2988	13	-28	31
SLU32	2616	2812	3008	2666	2862	2520	2716	2912	17	-28	33
SLU33	2634	2939	3245	2755	3061	2571	2877	3183	14	18	22
SLU34	2647	2911	3175	2719	2983	2527	2791	3055	21	18	27
SLU35	2805	2939	3074	2841	2975	2742	2877	3012	14	-17	22
SLU36	2818	2911	3004	2805	2898	2698	2791	2884	21	-17	27
SLU37	2391	2840	3290	2582	3032	2324	2774	3223	14	18	23
SLU38	2405	2812	3220	2546	2954	2281	2688	3095	21	18	27
SLU39	2562	2840	3119	2668	2946	2495	2774	3052	14	-17	21
SLU40	2576	2812	3049	2632	2868	2452	2688	2924	21	-17	26
SLV1	1987	2060	2133	1822	1895	1583	1656	1729	89	12	90

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 33 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_relazione_calcolo_pile_dx.doc

SLV2	1993	2049	2104	1807	1862	1565	1620	1676	92	12	93
SLV3	1836	1964	2092	1794	1922	1625	1752	1880	33	40	52
SLV4	1842	1952	2063	1779	1890	1606	1717	1827	36	40	54
SLV5	1815	1887	1960	1777	1850	1666	1739	1812	33	12	35
SLV6	1820	1876	1931	1762	1817	1648	1703	1759	36	12	38
SLE-C1	1958	2178	2399	2047	2268	1916	2136	2357	9	12	15
SLE-C2	1965	2164	2364	2029	2229	1894	2094	2293	13	12	17
SLE-C3	2072	2178	2285	2104	2211	2030	2136	2243	9	-11	14
SLE-C4	2079	2164	2250	2086	2172	2008	2094	2179	13	-11	17
SLE-C5	1870	1694	1517	1765	1588	1836	1659	1482	9	11	14
SLE-C6	1877	1679	1482	1747	1549	1814	1616	1418	13	11	17
SLE-C7	1984	1694	1403	1822	1531	1950	1659	1368	9	-12	15
SLE-C8	1991	1679	1368	1804	1492	1928	1616	1304	13	-12	17
SLE-F1	1996	2178	2361	2066	2249	1954	2136	2319	9	4	10
SLE-F2	2003	2164	2326	2048	2210	1932	2094	2255	13	4	13
SLE-F3	2034	2178	2323	2085	2230	1992	2136	2281	9	-3	10
SLE-F4	2041	2164	2288	2067	2191	1970	2094	2217	13	-3	13
SLE-F5	1908	1694	1479	1784	1569	1874	1659	1444	9	3	10
SLE-F6	1915	1679	1444	1766	1530	1852	1616	1380	13	3	13
SLE-F7	1946	1694	1441	1803	1550	1912	1659	1406	9	-4	10
SLE-F8	1953	1679	1406	1785	1511	1890	1616	1342	13	-4	13
SLE-QP1	1879	1897	1915	1869	1886	1840	1858	1876	9	0	9
SLE-QP2	1885	1885	1885	1854	1854	1822	1822	1823	12	0	12

4 VERIFICA DEL FUSTO DELLE PILE

La sezione tipo del fusto pile è rappresentata nella figura seguente. Attraverso diverse analisi di predimensionamento si è scelto di armare longitudinalmente il fusto delle pile con 72 $\Phi 18$, di cui 48 posti lungo il perimetro esterno (passo 19.2 cm) e 24 lungo quello interno (passo 25.3 cm).



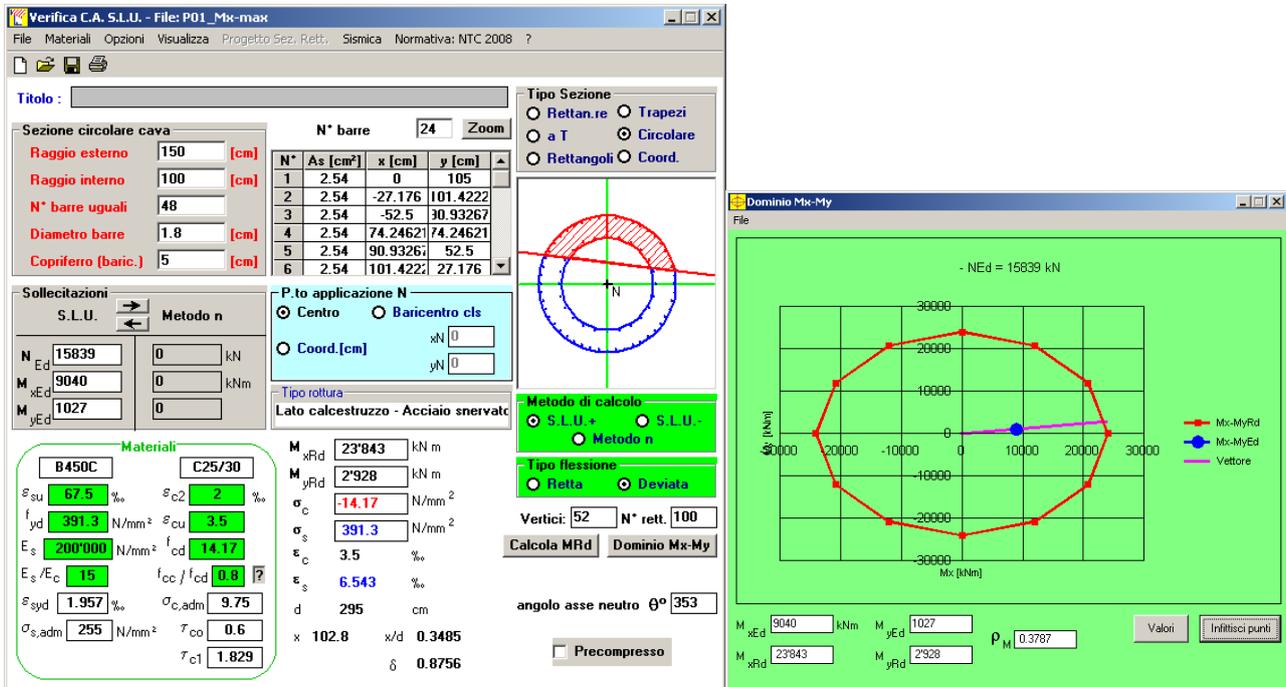
4.1 S.L.U. – RESISTENZA: PRESSO-FLESSIONE

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

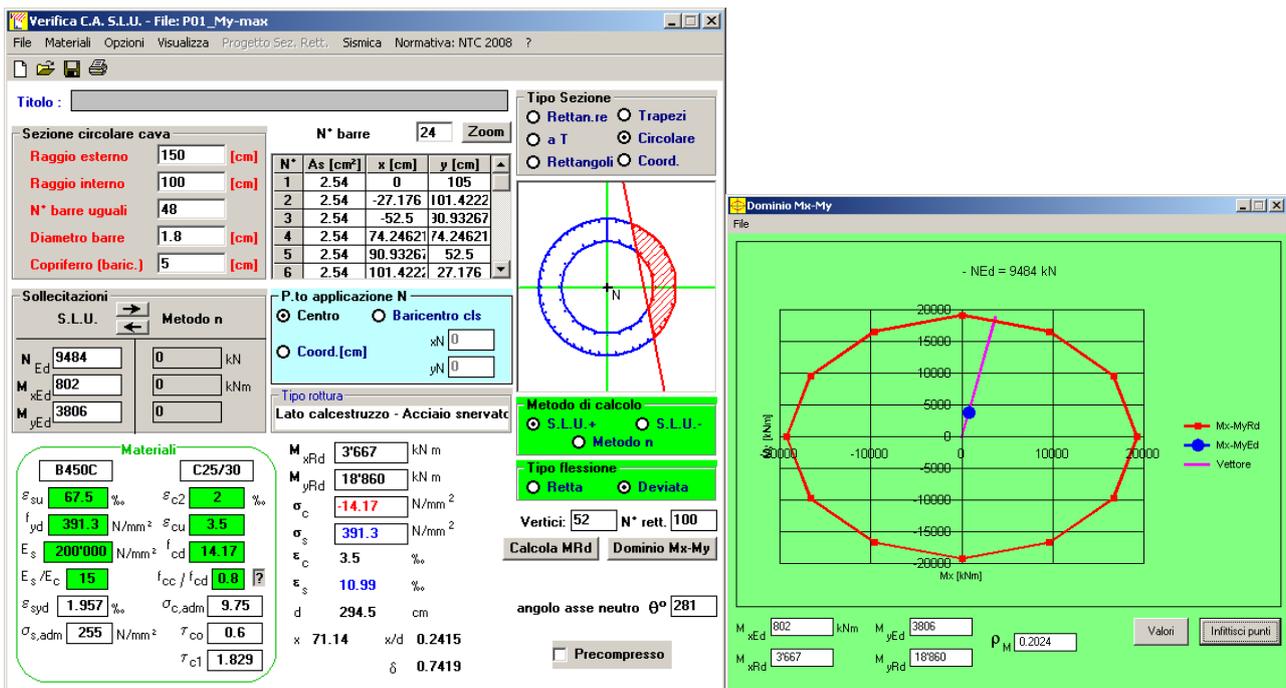
Si riporta di seguito l'output delle verifiche:

PILA 01

massimo momento trasversale



massimo momento longitudinale



minimo sforzo assiale

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

Titolo: _____

Sezione circolare cava

Raggio esterno: 150 [cm]
 Raggio interno: 100 [cm]
 N° barre uguali: 48
 Diametro barre: 1.8 [cm]
 Copriferro (baric.): 5 [cm]

N° barre: 24

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	2.54	0	105
2	2.54	-27.176	101.4222
3	2.54	-52.5	30.93267
4	2.54	74.24621	74.24621
5	2.54	90.93267	52.5
6	2.54	101.4222	27.176

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 9121 [kN]
 M_{xEd}: 802 [kNm]
 M_{yEd}: 1491 [kNm]

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm]

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione
 Retta Deviate

Vertici: 52 N° rett. 100

Calcola MRd Dominio Mx-My

Materiali

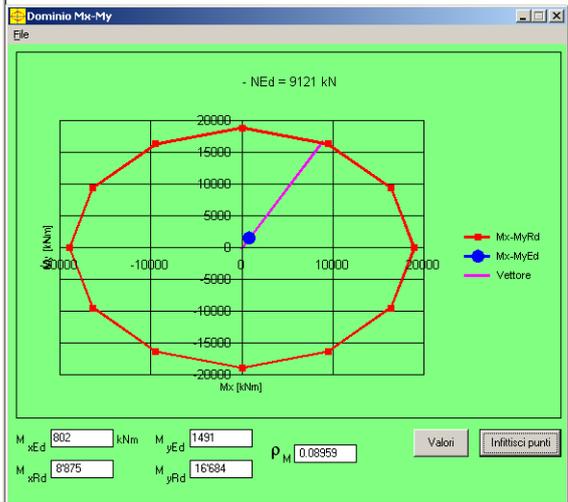
B450C C25/30

ϵ_{su} : 67.5 ‰ ϵ_{c2} : 2 ‰
 f_{yd} : 391.3 N/mm² ϵ_{cu} : 3.5 ‰
 E_s : 200'000 N/mm² f_{cd} : 14.17
 $E_s \cdot E_c$: 15 f_{cc} / f_{cd} : 0.8
 ϵ_{syd} : 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$: 9.75
 $\sigma_{s,adm}$: 255 N/mm² τ_{co} : 0.6
 τ_{c1} : 1.829

M_{xRd}: 8'875 [kNm]
 M_{yRd}: 16'684 [kNm]
 σ_c : -14.17 N/mm²
 σ_s : 391.3 N/mm²
 ϵ_s : 3.5 ‰
 ϵ_s : 11.3 ‰
 d: 294.9 cm
 x: 69.76 x/d: 0.2366
 δ : 0.7357

angolo asse neutro θ° : 298

Precompresso



PILA 02

massimo momento trasversale

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

Titolo: _____

Sezione circolare cava

Raggio esterno: 150 [cm]
 Raggio interno: 100 [cm]
 N° barre uguali: 48
 Diametro barre: 1.8 [cm]
 Copriferro (baric.): 5 [cm]

N° barre: 24

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	2.54	0	105
2	2.54	-27.176	101.4222
3	2.54	-52.5	30.93267
4	2.54	74.24621	74.24621
5	2.54	90.93267	52.5
6	2.54	101.4222	27.176

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 13747 [kN]
 M_{xEd}: 8935 [kNm]
 M_{yEd}: 585 [kNm]

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm]

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione
 Retta Deviate

Vertici: 52 N° rett. 100

Calcola MRd Dominio Mx-My

Materiali

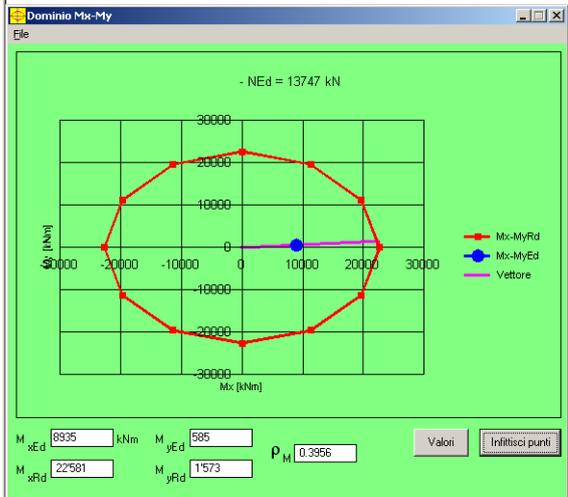
B450C C25/30

ϵ_{su} : 67.5 ‰ ϵ_{c2} : 2 ‰
 f_{yd} : 391.3 N/mm² ϵ_{cu} : 3.5 ‰
 E_s : 200'000 N/mm² f_{cd} : 14.17
 $E_s \cdot E_c$: 15 f_{cc} / f_{cd} : 0.8
 ϵ_{syd} : 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$: 9.75
 $\sigma_{s,adm}$: 255 N/mm² τ_{co} : 0.6
 τ_{c1} : 1.829

M_{xRd}: 22'581 [kNm]
 M_{yRd}: 1'573 [kNm]
 σ_c : -14.17 N/mm²
 σ_s : 391.3 N/mm²
 ϵ_s : 3.5 ‰
 ϵ_s : 7.777 ‰
 d: 294.5 cm
 x: 91.42 x/d: 0.3104
 δ : 0.828

angolo asse neutro θ° : 356

Precompresso



massimo momento longitudinale

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

Titolo: _____

Sezione circolare cava

Raggio esterno: 150 [cm]
 Raggio interno: 100 [cm]
 N° barre uguali: 48
 Diametro barre: 1.8 [cm]
 Copriferro (baric.): 5 [cm]

N° barre: 24 Zoom

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	2.54	0	105
2	2.54	-27.176	101.4222
3	2.54	-52.5	30.93267
4	2.54	74.24621	74.24621
5	2.54	90.93267	52.5
6	2.54	101.4222	27.176

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 7904 [kN]
 M_{xEd}: 1053 [kNm]
 M_{yEd}: 5383 [kNm]

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

Tipo rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione: Retta Deviata

Vertici: 52 N° rett. 100

Calcola MRd Dominio Mx-My

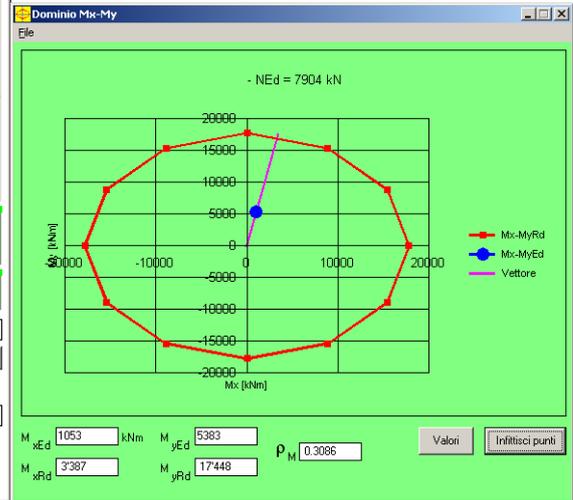
Materiali: B450C C25/30

ϵ_{su} : 67.5 ‰ ϵ_{c2} : 2 ‰
 f_{yd} : 391.3 N/mm² ϵ_{cu} : 3.5 ‰
 E_s/E_c : 15 f_{cc}/f_{cd} : 0.8
 ϵ_{syd} : 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$: 9.75
 $\sigma_{s,adm}$: 255 N/mm² τ_{co} : 0.6
 τ_{c1} : 1.829

M_{xRd}: 3387 [kNm]
 M_{yRd}: 17448 [kNm]
 σ_c : -14.17 N/mm²
 σ_s : 391.3 N/mm²
 ϵ_c : 3.5 ‰
 ϵ_s : 12.46 ‰
 d: 294.5 cm
 x: 64.59 x/d: 0.2193
 δ : 0.7141

angolo asse neutro θ° : 281

Precompresso



minimo sforzo assiale

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

Titolo: _____

Sezione circolare cava

Raggio esterno: 150 [cm]
 Raggio interno: 100 [cm]
 N° barre uguali: 48
 Diametro barre: 1.8 [cm]
 Copriferro (baric.): 5 [cm]

N° barre: 24 Zoom

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	2.54	0	105
2	2.54	-27.176	101.4222
3	2.54	-52.5	30.93267
4	2.54	74.24621	74.24621
5	2.54	90.93267	52.5
6	2.54	101.4222	27.176

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 7552 [kN]
 M_{xEd}: 1053 [kNm]
 M_{yEd}: 1825 [kNm]

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

Tipo rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione: Retta Deviata

Vertici: 52 N° rett. 100

Calcola MRd Dominio Mx-My

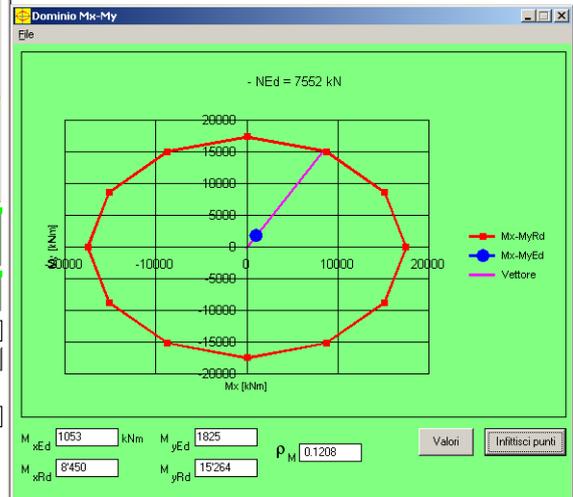
Materiali: B450C C25/30

ϵ_{su} : 67.5 ‰ ϵ_{c2} : 2 ‰
 f_{yd} : 391.3 N/mm² ϵ_{cu} : 3.5 ‰
 E_s/E_c : 15 f_{cc}/f_{cd} : 0.8
 ϵ_{syd} : 1.957 ‰ $\sigma_{c,adm}$: 9.75
 $\sigma_{s,adm}$: 255 N/mm² τ_{co} : 0.6
 τ_{c1} : 1.829

M_{xRd}: 8721 [kNm]
 M_{yRd}: 15105 [kNm]
 σ_c : -14.17 N/mm²
 σ_s : 391.3 N/mm²
 ϵ_c : 3.5 ‰
 ϵ_s : 12.8 ‰
 d: 294.9 cm
 x: 63.31 x/d: 0.2147
 δ : 0.7084

angolo asse neutro θ° : 300

Precompresso



PILA 03

massimo momento trasversale

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

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

Titolo :

Sezione circolare cava

Raggio esterno 150 [cm]
 Raggio interno 100 [cm]
 N° barre uguali 48
 Diametro barre 1.8 [cm]
 Copriferro (baric.) 5 [cm]

N° barre 24 Zoom

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	2.54	0	105
2	2.54	-27.176	101.4222
3	2.54	-52.5	30.93267
4	2.54	74.24621	74.24621
5	2.54	90.93267	52.5
6	2.54	101.4222	27.176

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

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 15919 0 kN
 M_{xEd} 8749 0 kNm
 M_{yEd} 978 0 kNm

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

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione
 Retta Deviate

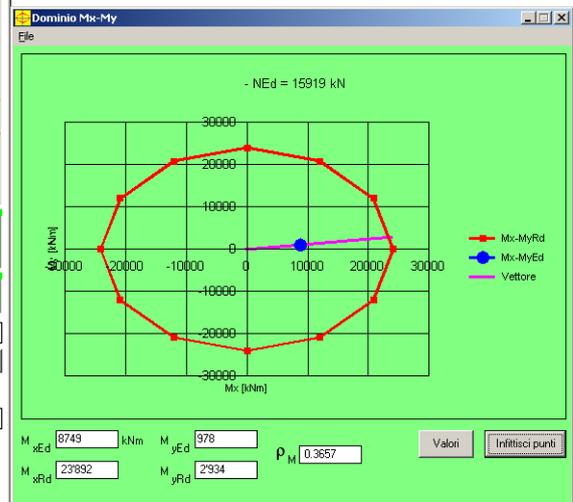
Vertici: 52 N° rett. 100

Calcola MRd Dominio Mx-My

M_{xRd} -23'892 kNm
 M_{yRd} -2'934 kNm
 σ_c -14.17 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ε_c 3.5 ‰
 ε_s 6.5 ‰
 d 295 cm
 angolo asse neutro θ° 173

Materiali
 B450C C25/30
 f_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 14.17
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ε_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 9.75
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.6
 τ_{cl} 1.829

Precompresso



massimo momento longitudinale

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

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

Titolo :

Sezione circolare cava

Raggio esterno 150 [cm]
 Raggio interno 100 [cm]
 N° barre uguali 48
 Diametro barre 1.8 [cm]
 Copriferro (baric.) 5 [cm]

N° barre 24 Zoom

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	2.54	0	105
2	2.54	-27.176	101.4222
3	2.54	-52.5	30.93267
4	2.54	74.24621	74.24621
5	2.54	90.93267	52.5
6	2.54	101.4222	27.176

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

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 9548 0 kN
 M_{xEd} 938 0 kNm
 M_{yEd} 5042 0 kNm

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

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione
 Retta Deviate

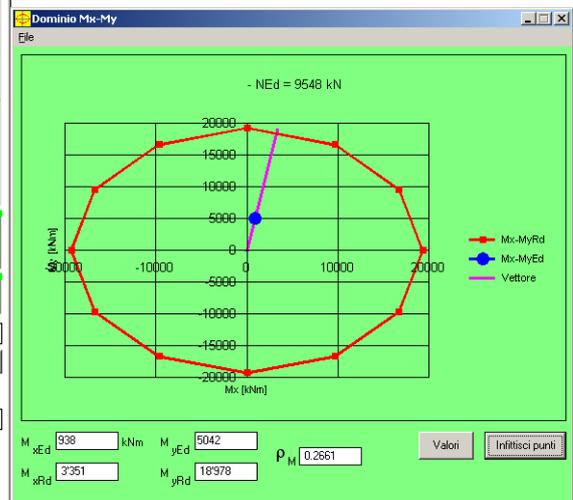
Vertici: 52 N° rett. 100

Calcola MRd Dominio Mx-My

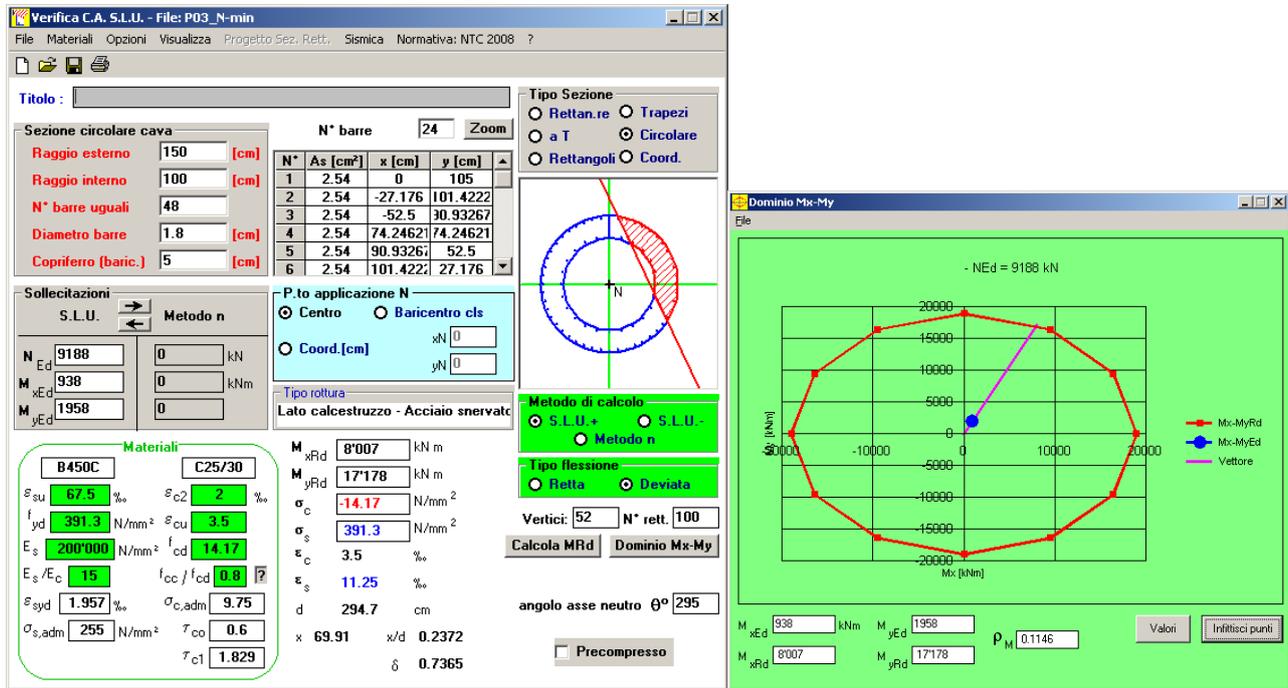
M_{xRd} 3'351 kNm
 M_{yRd} 18'978 kNm
 σ_c -14.17 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ε_c 3.5 ‰
 ε_s 10.94 ‰
 d 294.6 cm
 angolo asse neutro θ° 280

Materiali
 B450C C25/30
 f_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 14.17
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ε_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 9.75
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.6
 τ_{cl} 1.829

Precompresso



minimo sforzo assiale



4.2 S.L.U. – RESISTENZA: TAGLIO

Le verifiche alle tensioni tangenziali vengono effettuate nelle due combinazioni che massimizzano rispettivamente il taglio longitudinale ed il taglio trasversale, con i valori di sforzo assiale associati a tali combinazioni. Per le verifiche di taglio si fa riferimento a quanto prescritto nel paragrafo 4.1.2.1.3 delle norme tecniche per le costruzioni. La verifica a taglio viene eseguita nella sezione più sfavorevole per tutte le pile, che risulta essere quella all’estradosso del plinto di fondazione. La verifica condotta è riportata nel foglio di calcolo seguente, dal quale si evince che il taglio resistente del solo calcestruzzo risulta essere maggiore della sollecitazione di progetto e non risulterebbe quindi necessario disporre armatura a taglio.

V long V trasv

Geometria

D_{est}	=	3000	3000	mm	diametro esterno sezione
D_{int}	=	2000	2000	mm	diametro interno sezione
d	=	2950	2950	mm	altezza utile
d_e	=	2278	2278	mm	altezza utile equivalente
b_{we}	=	1000	1000	mm	larghezza sezione resistente a taglio

Materiali

R_{ck}	=	30	30		resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	24.90	24.90	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
γ_c	=	1.50	1.50		coefficiente parziale di sicurezza
α_{cc}	=	0.85	0.85		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
f_{cd}	=	14.11	14.11	MPa	resistenza di calcolo a compressione
f_{cd}	=	7.06	7.06	MPa	resistenza ridotta
γ_s	=	1.15	1.15		coefficiente di sicurezza acciaio
f_{yk}	=	450.0	450.0	MPa	tensione caratteristica di snervamento acciaio
f_{yd}	=	391.3	391.3	MPa	tensione di snervamento di calcolo dell'acciaio

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 39 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_relazione_calcolo_pile_dx.doc

PILA 01

	V long	V trasv		
Sollecitazioni				
V	=	696.2	302.9	kN
N	=	9483.9	9483.9	kN
				taglio
				sforzo normale (>0 compressione)
Verifica per elementi sprovvisti di armatura a taglio				
A _{sl}	=	18322	18322	mm ²
ρ _l	=	0.005	0.005	
k	=	1.296	1.296	
V _{min}	=	0.258	0.258	
σ _{cp}	=	2.42	2.42	MPa
σ _{cp,ad}	=	2.42	2.42	MPa
V _{Rd}	=	1627.8	1627.8	kN
FS	=	2.34	5.37	
				armatura longitudinale
				rapporto geometrico di armatura longitudinale
				tensione media calcestruzzo
				tensione media di compressione adottata (<=0.2fcd)
				taglio resistente

PILA 02

	V long	V trasv		
Sollecitazioni				
V	=	691.6	336.8	kN
N	=	7903.5	7903.5	kN
				taglio
				sforzo normale (>0 compressione)
Verifica per elementi sprovvisti di armatura a taglio				
A _{sl}	=	18322	18322	mm ²
ρ _l	=	0.005	0.005	
k	=	1.296	1.296	
V _{min}	=	0.258	0.258	
σ _{cp}	=	2.01	2.01	MPa
σ _{cp,ad}	=	2.01	2.01	MPa
V _{Rd}	=	1490.3	1490.3	kN
FS	=	2.15	4.42	
				armatura longitudinale
				rapporto geometrico di armatura longitudinale
				tensione media calcestruzzo
				tensione media di compressione adottata (<=0.2fcd)
				taglio resistente

PILA 03

	V long	V trasv		
Sollecitazioni				
V	=	738.5	323.4	kN
N	=	9548.1	9548.1	kN
				taglio
				sforzo normale (>0 compressione)
Verifica per elementi sprovvisti di armatura a taglio				
A _{sl}	=	18322	18322	mm ²
ρ _l	=	0.005	0.005	
k	=	1.296	1.296	
V _{min}	=	0.258	0.258	
σ _{cp}	=	2.43	2.43	MPa
σ _{cp,ad}	=	2.43	2.43	MPa
V _{Rd}	=	1633.4	1633.4	kN
FS	=	2.21	5.05	
				armatura longitudinale
				rapporto geometrico di armatura longitudinale
				tensione media calcestruzzo
				tensione media di compressione adottata (<=0.2fcd)
				taglio resistente

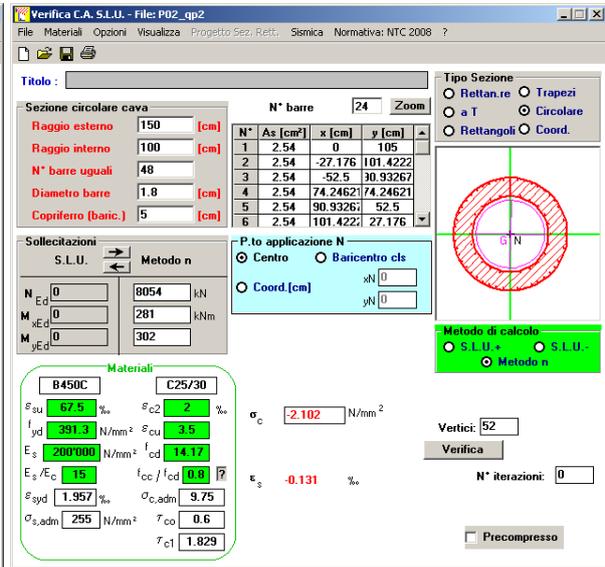
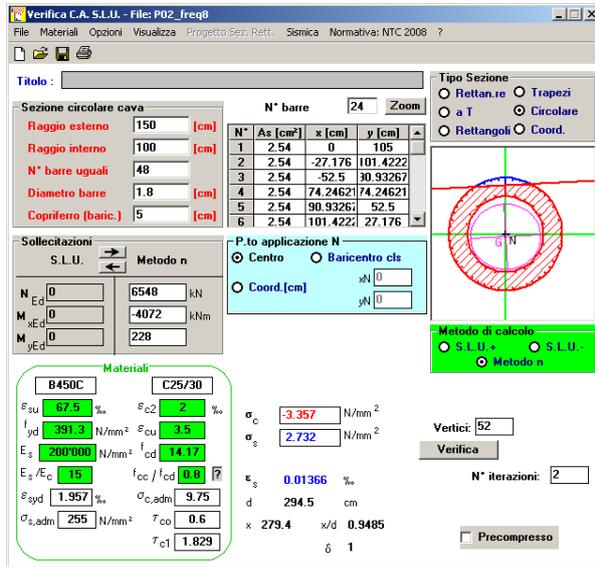
4.3 S.L.E. – FESSURAZIONE

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.

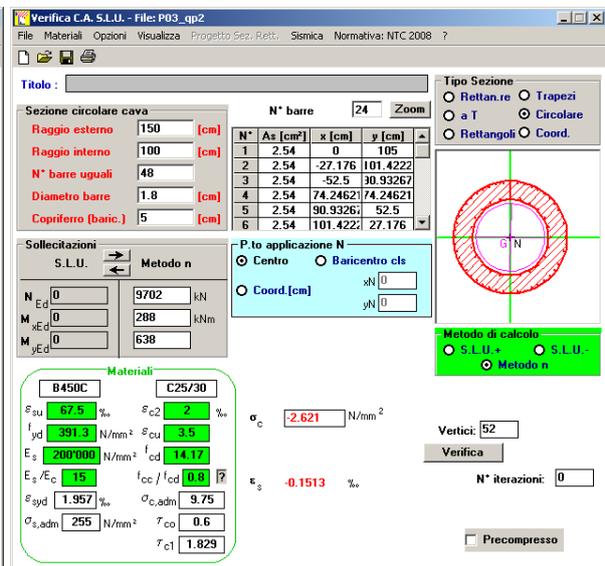
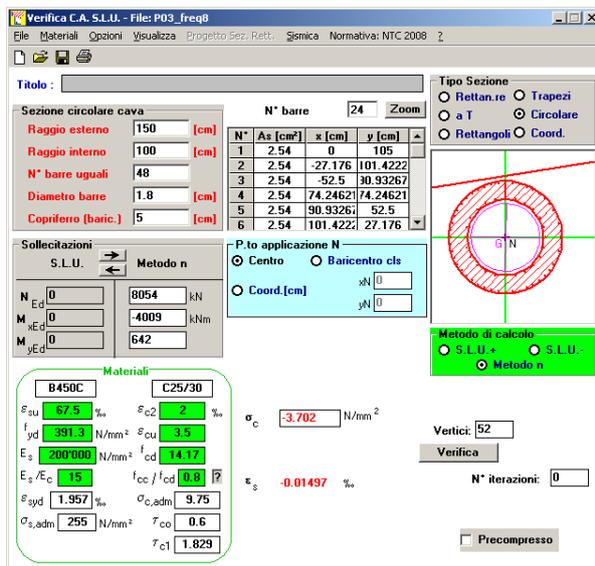
Definita la massima tensione ammissibile nelle barre di acciaio, si considerano per ogni combinazione le condizioni di sforzo normale e taglio agente e, con l'ausilio del programma di calcolo V.C.A.S.L.U.,



PILA 03

Sollecitazioni agenti

	freq 1	freq 2	freq 3	freq 4	freq 5	freq 6	freq 7	freq 8	qp1	qp2		
N	12132	11904	12132	11904	8282	8054	8282	8054	9892	9702	kN	sfuerzo assiale
M _x	2866	2868	2404	2406	-3548	-3547	-4011	-4009	287	288	kNm	momento flettente trasversale
M _y	504	698	504	698	448	642	448	642	476	638	kNm	momento flettente longitudinale
σ _{s,max}	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	MPa	tensione massima nell'acciaio da normativa
σ _{sd,max}	OK	OK	OK	MPa	tensione massima di trazione nell'acciaio di calcolo							



4.4 S.L.E. – LIMITAZIONE DELLE TENSIONI

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

combinazione caratteristica). Le tensioni sono state ottenute con la stessa metodologia utilizzata per le verifiche di fessurazione.

PILA 01

	rara1	rara2	rara3	rara4	combinazione		rara7	rara8	qp1	qp2		
Sollecitazioni agenti												
N	= 12076	11847	12076	11847	8217	7988	8217	7988	9830	9639	kN	sfuerzo assiale
M _x	= 3433	3435	2280	2281	-3442	-3441	-4596	-4594	298	299	kNm	momento flettente trasversale
M _y	= 692	845	692	845	207	360	207	360	373	500	kNm	momento flettente longitudinale
Tensione massima di compressione del calcestruzzo nelle condizioni di esercizio												
σ _{c,max}	= 14.94	14.94	14.94	14.94	14.94	14.94	14.94	14.94	11.21	11.21	[MPa]	massima tensione del cls da normativa
σ _{c,Sd}	= -	-	-	-	-	-	-	3.93	-	2.56	[MPa]	tensione di calcolo del cls in esercizio
	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		
Tensione massima dell'acciaio in condizioni di esercizio												
σ _{s,max}	= 360	360	360	360	360	360	360	360			[MPa]	massima tensione dell'acciaio normativa
σ _{s,Sd}	= -	-	-	-	-	-	-	58			[MPa]	tensione di calcolo dell' acciaio in esercizio
	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK				

Verifica C.A. S.L.U. - File: P01_rara8

Sezione circolare cava: Raggio esterno 150 [cm], Raggio interno 100 [cm], N° barre uguali 48, Diametro barre 1.8 [cm], Copriferro (baic.) 5 [cm].

Materiali: B450C, C25/30. σ_c = -3.927 N/mm², σ_s = 0.7332 N/mm².

Verifica C.A. S.L.U. - File: P01_qp2

Sezione circolare cava: Raggio esterno 150 [cm], Raggio interno 100 [cm], N° barre uguali 48, Diametro barre 1.8 [cm], Copriferro (baic.) 5 [cm].

Materiali: B450C, C25/30. σ_c = -2.555 N/mm², σ_s = -0.1539 %.

PILA 02

	rara1	rara2	rara3	rara4	combinazione		rara7	rara8	qp1	qp2		
Sollecitazioni agenti												
N	= 10312	10201	10312	10201	6659	6548	6659	6548	8146	8054	kN	sfuerzo assiale
M _x	= 2202	2201	604	603	-3006	-3007	-4604	-4605	282	281	kNm	momento flettente trasversale
M _y	= 420	420	420	420	228	228	228	228	302	302	kNm	momento flettente longitudinale
Tensione massima di compressione del calcestruzzo nelle condizioni di esercizio												
σ _{c,max}	= 14.94	14.94	14.94	14.94	14.94	14.94	14.94	14.94	11.21	11.21	[MPa]	massima tensione del cls da normativa
σ _{c,Sd}	= -	-	-	-	-	-	-	3.63	-	2.10	[MPa]	tensione di calcolo del cls in esercizio
	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		
Tensione massima dell'acciaio in condizioni di esercizio												
σ _{s,max}	= 360	360	360	360	360	360	360	360			[MPa]	massima tensione dell'acciaio normativa
σ _{s,Sd}	= -	-	-	-	-	-	-	53			[MPa]	tensione di calcolo dell' acciaio in esercizio
	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK				

Verifica C.A. S.L.U. - File: P02_rara8

TITOLO :

Sezione circolare cava

Raggio esterno 150 [cm]
 Raggio interno 100 [cm]
 N° barre uguali 48
 Diametro barre 1.8 [cm]
 Copriferro (baric.) 5 [cm]

N° barre 24

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	2.54	0	105
2	2.54	-27.176	101.4222
3	2.54	-52.5	30.93267
4	2.54	74.24621	74.24621
5	2.54	90.93267	52.5
6	2.54	101.4222	27.176

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

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 6548 kN
 M_{xEd} 0 -4605 kNm
 M_{yEd} 0 228 kNm

P.to applicazione N
 Centro
 Baricentro cls
 Coord.[cm]

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

Materiali
 B450C C25/30
 ε_{su} 67.5 % ε_{c2} 2 %
 f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5
 E_s 200000 N/mm² f_{cd} 14.17
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ε_{syd} 1.957 % σ_{c,adm} 9.75
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.6
 τ_{c1} 1.829

σ_c -3.627 N/mm²
 σ_s 7.436 N/mm²
 ε_s 0.03718 %
 d 294.6 cm
 x 259.2 x/d 0.8798
 δ 1

Vertici: 52
 Verifica
 N° iterazioni: 3
 Precompresso

Verifica C.A. S.L.U. - File: P02_qp2

TITOLO :

Sezione circolare cava

Raggio esterno 150 [cm]
 Raggio interno 100 [cm]
 N° barre uguali 48
 Diametro barre 1.8 [cm]
 Copriferro (baric.) 5 [cm]

N° barre 24

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	2.54	0	105
2	2.54	-27.176	101.4222
3	2.54	-52.5	30.93267
4	2.54	74.24621	74.24621
5	2.54	90.93267	52.5
6	2.54	101.4222	27.176

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

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 8054 kN
 M_{xEd} 0 281 kNm
 M_{yEd} 0 302 kNm

P.to applicazione N
 Centro
 Baricentro cls
 Coord.[cm]

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

Materiali
 B450C C25/30
 ε_{su} 67.5 % ε_{c2} 2 %
 f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5
 E_s 200000 N/mm² f_{cd} 14.17
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ε_{syd} 1.957 % σ_{c,adm} 9.75
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.6
 τ_{c1} 1.829

σ_c -2.102 N/mm²
 ε_s -0.131 %
 Vertici: 52
 Verifica
 N° iterazioni: 0
 Precompresso

PILA 03

	rara1	rara2	rara3	rara4	combinazione		rara7	rara8	qp1	qp2			
					rara5	rara6							
Sollecitazioni agenti													
N	=	12132	11904	12132	11904	8282	8054	8282	8054	9892	9702	kN	sforzo assiale
M _x	=	3329	3330	1942	1943	-3086	-3085	-4473	-4471	287	288	kNm	momento flettente trasversale
M _y	=	504	698	504	698	448	642	448	642	476	638	kNm	momento flettente longitudinale
Tensione massima di compressione del calcestruzzo nelle condizioni di esercizio													
σ _{c,max}	=	14.94	14.94	14.94	14.94	14.94	14.94	14.94	14.94	11.21	11.21	[MPa]	massima tensione del cls da normativa
σ _{c,Sd}	=	-	-	-	-	-	-	-	-	3.90	2.62	[MPa]	tensione di calcolo del cls in esercizio
		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		
Tensione massima dell'acciaio in condizioni di esercizio													
σ _{s,max}	=	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	[MPa]	massima tensione dell'acciaio normativa
σ _{s,Sd}	=	-	-	-	-	-	-	-	-	58	58	[MPa]	tensione di calcolo dell' acciaio in esercizio
		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		

Verifica C.A. S.L.U. - File: P03_rara8

TITOLO :

Sezione circolare cava

Raggio esterno 150 [cm]
 Raggio interno 100 [cm]
 N° barre uguali 48
 Diametro barre 1.8 [cm]
 Copriferro (baric.) 5 [cm]

N° barre 24

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	2.54	0	105
2	2.54	-27.176	101.4222
3	2.54	-52.5	30.93267
4	2.54	74.24621	74.24621
5	2.54	90.93267	52.5
6	2.54	101.4222	27.176

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

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 8054 kN
 M_{xEd} 0 -4471 kNm
 M_{yEd} 0 642 kNm

P.to applicazione N
 Centro
 Baricentro cls
 Coord.[cm]

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

Materiali
 B450C C25/30
 ε_{su} 67.5 % ε_{c2} 2 %
 f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5
 E_s 200000 N/mm² f_{cd} 14.17
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ε_{syd} 1.957 % σ_{c,adm} 9.75
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.6
 τ_{c1} 1.829

σ_c -3.903 N/mm²
 σ_s -0.07307 N/mm²
 ε_s 0 %
 d 295 cm
 x 295.3 x/d 1.001
 δ 1

Vertici: 52
 Verifica
 N° iterazioni: 1
 Precompresso

Verifica C.A. S.L.U. - File: P03_qp2

TITOLO :

Sezione circolare cava

Raggio esterno 150 [cm]
 Raggio interno 100 [cm]
 N° barre uguali 48
 Diametro barre 1.8 [cm]
 Copriferro (baric.) 5 [cm]

N° barre 24

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	2.54	0	105
2	2.54	-27.176	101.4222
3	2.54	-52.5	30.93267
4	2.54	74.24621	74.24621
5	2.54	90.93267	52.5
6	2.54	101.4222	27.176

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

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 9702 kN
 M_{xEd} 0 288 kNm
 M_{yEd} 0 638 kNm

P.to applicazione N
 Centro
 Baricentro cls
 Coord.[cm]

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

Materiali
 B450C C25/30
 ε_{su} 67.5 % ε_{c2} 2 %
 f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5
 E_s 200000 N/mm² f_{cd} 14.17
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ε_{syd} 1.957 % σ_{c,adm} 9.75
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.6
 τ_{c1} 1.829

σ_c -2.621 N/mm²
 ε_s -0.1513 %
 Vertici: 52
 Verifica
 N° iterazioni: 0
 Precompresso

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 44 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_relazione_calcolo_pile_dx.doc

5 EFFETTI DEL SECONDO ORDINE

Le pile del viadotto in questione, vista la modesta altezza, non rientrano nella classe degli elementi strutturali snelli. Tuttavia in questo paragrafo si espongono i calcoli relativi alla valutazione della snellezza delle suddette pile. Nel caso fosse necessaria, 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:

$$\lambda = l_0 / i$$

dove:

l_0 è la lunghezza libera d'inflessione

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

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

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 45 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_relazione_calcolo_pile_dx.doc

PILA 01

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

	Nmax	Mx,max	My,max		
Materiali					
R _{ck}	= 30	30	30	MPa	resistenza caratteristica cubica
f _{ck}	= 24.9	24.9	24.9	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}	= 18.81	18.81	18.81	MPa	resistenza di calcolo a compressione
f _{cm}	= 32.9	32.9	32.9	MPa	resistenza cilindrica media
E _{cm}	= 31447	31447	31447	MPa	modulo elastico istantaneo
f _{yk}	= 450	450	450	MPa	tensione caratteristica di snervamento acciaio
γ _s	= 1.15	1.15	1.15		coefficiente di sicurezza
f _{yd}	= 391	391	391	MPa	tensione di snervamento di calcolo acciaio
E _s	= 206000	206000	206000	MPa	modulo elastico acciaio
ε _{yd}	= 0.0019	0.0019	0.0019		deformazione allo snervamento di calcolo
Geometria					
D	= 3.00	3.00	3.00	m	diametro esterno
d	= 2.95	2.95	2.95	m	altezza utile
d _{eq}	= 2.28	2.28	2.28	m	altezza utile equivalente
d _x	= 2.28	2.28	2.28	m	altezza utile longitudinale
d _y	= 2.28	2.28	2.28	m	altezza utile trasversale
A _c	= 3.93	3.93	3.93	m ²	area sezione trasversale
L	= 5.00	5.00	5.00	m	altezza elemento
J _x	= 3.19	3.19	3.19	m ⁴	momento d'inerzia trasversale
J _y	= 3.19	3.19	3.19	m ⁴	momento d'inerzia longitudinale
i _x	= 0.90	0.90	0.90	m ²	raggio d'inerzia longitudinale
i _y	= 0.90	0.90	0.90	m ²	raggio d'inerzia trasversale
A _s	= 18322	18322	18322	mm ²	area armatura longitudinale totale disposta nella sezione
ω	= 0.10	0.10	0.10		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}	= 10.00	10.00	10.00	m	lunghezza libera d'inflessione longitudinale
L _{0y}	= 10.00	10.00	10.00	m	lunghezza libera d'inflessione trasversale
λ _x	= 11.1	11.1	11.1		snellezza longitudinale
λ _y	= 11.1	11.1	11.1		snellezza trasversale
λ	= 11.1	11.1	11.1		snellezza massima
Eccentricità					
ϑ ₀	= 0.005	0.005	0.005		
α _n	= 0.89	0.89	0.89		
α _m	= 1.00	1.00	1.00		
ϑ ₁	= 0.004	0.004	0.004		
e _x	= 0.02	0.02	0.02	m	eccentricità aggiuntiva longitudinale
e _y	= 0.02	0.02	0.02	m	eccentricità aggiuntiva trasversale
Sollecitazioni					
N _{Ed}	= 17198.6	15839.1	9483.9	kN	sforzo normale di calcolo
M _{1,x}	= 5871.8	9040.4	801.8	kN*m	momento flettente trasversale del primo ordine
M _{2,x}	= 5871.8	9040.4	801.8	kN*m	momento flettente trasversale del primo ordine
M _{1,y}	= 0.0	0.0	0.0	kN*m	momento flettente longitudinale del primo ordine
M _{2,y}	= 1085.8	1027.2	3805.8	kN*m	momento flettente longitudinale del primo ordine
M _{01,x}	= 6256	9395	1014	kN*m	minimo momento flettente trasversale (in valore assoluto)
M _{02,x}	= 6256	9395	1014	kN*m	massimo momento flettente trasversale (in valore assoluto)
M _{01,y}	= 384.6	354.2	212.1	kN*m	minimo momento flettente longitudinale (in valore assoluto)
M _{02,y}	= 1470.4	1381.4	4017.8	kN*m	massimo momento flettente longitudinale (in valore assoluto)
M _{0Ed,x}	= 6256.4	9394.5	1013.9	kN*m	momento flettente di calcolo trasversale equivalente
M _{0Ed,y}	= 1036.1	970.5	2495.5	kN*m	momento flettente di calcolo longitudinale equivalente
Valutazione della snellezza limite					
A	= 0.70	0.70	0.70		
B	= 1.09	1.09	1.09		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	= 0.23	0.21	0.13		forza assiale adimensionale
λ _{lim}	= 22.2	23.1	29.9		snellezza limite
	OK	OK	OK		

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 46 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_relazione_calcolo_pile_dx.doc

PILA 02

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

	Nmax	Mx,max	My,max		
Materiali					
R _{ck}	= 30	30	30	MPa	resistenza caratteristica cubica
f _{ck}	= 24.9	24.9	24.9	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}	= 18.81	18.81	18.81	MPa	resistenza di calcolo a compressione
f _{cm}	= 32.9	32.9	32.9	MPa	resistenza cilindrica media
E _{cm}	= 31447	31447	31447	MPa	modulo elastico istantaneo
f _{yk}	= 450	450	450	MPa	tensione caratteristica di snervamento acciaio
γ _s	= 1.15	1.15	1.15		coefficiente di sicurezza
f _{yd}	= 391	391	391	MPa	tensione di snervamento di calcolo acciaio
E _s	= 206000	206000	206000	MPa	modulo elastico acciaio
ε _{yd}	= 0.0019	0.0019	0.0019		deformazione allo snervamento di calcolo
Geometria					
D	= 3.00	3.00	3.00	m	diametro esterno
d	= 2.95	2.95	2.95	m	altezza utile
d _{eq}	= 2.28	2.28	2.28	m	altezza utile equivalente
d _x	= 2.28	2.28	2.28	m	altezza utile longitudinale
d _y	= 2.28	2.28	2.28	m	altezza utile trasversale
A _c	= 3.93	3.93	3.93	m ²	area sezione trasversale
L	= 7.50	7.50	7.50	m	altezza elemento
J _x	= 3.19	3.19	3.19	m ⁴	momento d'inerzia trasversale
J _y	= 3.19	3.19	3.19	m ⁴	momento d'inerzia longitudinale
i _x	= 0.90	0.90	0.90	m ²	raggio d'inerzia longitudinale
i _y	= 0.90	0.90	0.90	m ²	raggio d'inerzia trasversale
A _s	= 18322	18322	18322	mm ²	area armatura longitudinale totale disposta nella sezione
ω	= 0.10	0.10	0.10		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}	= 15.00	15.00	15.00	m	lunghezza libera d'inflessione longitudinale
L _{0y}	= 15.00	15.00	15.00	m	lunghezza libera d'inflessione trasversale
λ _x	= 16.6	16.6	16.6		snellezza longitudinale
λ _y	= 16.6	16.6	16.6		snellezza trasversale
λ	= 16.6	16.6	16.6		snellezza massima
Eccentricità					
ϑ ₀	= 0.005	0.005	0.005		
α _n	= 0.73	0.73	0.73		
α _m	= 1.00	1.00	1.00		
ϑ ₁	= 0.004	0.004	0.004		
e _x	= 0.03	0.03	0.03	m	eccentricità aggiuntiva longitudinale
e _y	= 0.03	0.03	0.03	m	eccentricità aggiuntiva trasversale
Sollecitazioni					
N _{Ed}	= 14919.7	13746.9	7903.5	kN	sforzo normale di calcolo
M _{1,x}	= 1198.5	8934.7	1053.0	kN*m	momento flettente trasversale del primo ordine
M _{2,x}	= 1198.5	8934.7	1053.0	kN*m	momento flettente trasversale del primo ordine
M _{1,y}	= 0.0	0.0	0.0	kN*m	momento flettente longitudinale del primo ordine
M _{2,y}	= 665.7	585.3	5383.2	kN*m	momento flettente longitudinale del primo ordine
M _{01,x}	= 1607	9311	1269	kN*m	minimo momento flettente trasversale (in valore assoluto)
M _{02,x}	= 1607	9311	1269	kN*m	massimo momento flettente trasversale (in valore assoluto)
M _{01,y}	= 408.6	376.5	216.4	kN*m	minimo momento flettente longitudinale (in valore assoluto)
M _{02,y}	= 1074.3	961.8	5599.6	kN*m	massimo momento flettente longitudinale (in valore assoluto)
M _{0Ed,x}	= 1607.1	9311.2	1269.5	kN*m	momento flettente di calcolo trasversale equivalente
M _{0Ed,y}	= 808.0	727.7	3446.4	kN*m	momento flettente di calcolo longitudinale equivalente
Valutazione della snellezza limite					
A	= 0.70	0.70	0.70		
B	= 1.09	1.09	1.09		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	= 0.20	0.19	0.11		forza assiale adimensionale
λ _{lim}	= 23.8	24.8	32.7		snellezza limite
	OK	OK	OK		

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 47 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_relazione_calcolo_pile_dx.doc

PILA 03

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

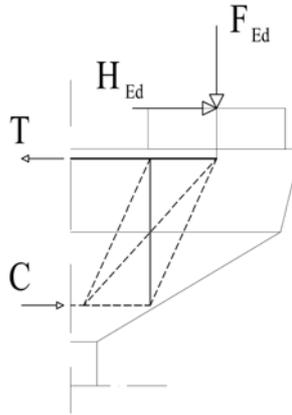
	Nmax	Mx,max	My,max		
Materiali					
R _{ck}	= 30	30	30	MPa	resistenza caratteristica cubica
f _{ck}	= 24.9	24.9	24.9	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
γ _c	= 1.50	1.50	1.50		coefficiente parziale di sicurezza
α _{cc}	= 0.85	0.85	0.85		coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
f _{cd}	= 18.81	18.81	18.81	MPa	resistenza di calcolo a compressione
f _{cm}	= 32.9	32.9	32.9	MPa	resistenza cilindrica media
E _{cm}	= 31447	31447	31447	MPa	modulo elastico istantaneo
f _{yk}	= 450	450	450	MPa	tensione caratteristica di snervamento acciaio
γ _s	= 1.15	1.15	1.15		coefficiente di sicurezza
f _{yd}	= 391	391	391	MPa	tensione di snervamento di calcolo acciaio
E _s	= 206000	206000	206000	MPa	modulo elastico acciaio
ε _{yd}	= 0.0019	0.0019	0.0019		deformazione allo snervamento di calcolo
Geometria					
D	= 3.00	3.00	3.00	m	diametro esterno
d	= 2.95	2.95	2.95	m	altezza utile
d _{eq}	= 2.28	2.28	2.28	m	altezza utile equivalente
d _x	= 2.28	2.28	2.28	m	altezza utile longitudinale
d _y	= 2.28	2.28	2.28	m	altezza utile trasversale
A _c	= 3.93	3.93	3.93	m ²	area sezione trasversale
L	= 6.50	6.50	6.50	m	altezza elemento
J _x	= 3.19	3.19	3.19	m ⁴	momento d'inerzia trasversale
J _y	= 3.19	3.19	3.19	m ⁴	momento d'inerzia longitudinale
i _x	= 0.90	0.90	0.90	m ²	raggio d'inerzia longitudinale
i _y	= 0.90	0.90	0.90	m ²	raggio d'inerzia trasversale
A _s	= 18322	18322	18322	mm ²	area armatura longitudinale totale disposta nella sezione
ω	= 0.10	0.10	0.10		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}	= 13.00	13.00	13.00	m	lunghezza libera d'inflessione longitudinale
L _{0y}	= 13.00	13.00	13.00	m	lunghezza libera d'inflessione trasversale
λ _x	= 14.4	14.4	14.4		snellezza longitudinale
λ _y	= 14.4	14.4	14.4		snellezza trasversale
λ	= 14.4	14.4	14.4		snellezza massima
Eccentricità					
ϑ ₀	= 0.005	0.005	0.005		
α _n	= 0.78	0.78	0.78		
α _m	= 1.00	1.00	1.00		
ϑ ₁	= 0.004	0.004	0.004		
e _x	= 0.03	0.03	0.03	m	eccentricità aggiuntiva longitudinale
e _y	= 0.03	0.03	0.03	m	eccentricità aggiuntiva trasversale
Sollecitazioni					
N _{Ed}	= 17270.2	15919.0	9548.1	kN	sforzo normale di calcolo
M _{1,x}	= 5653.5	8749.0	938.4	kN*m	momento flettente trasversale del primo ordine
M _{2,x}	= 5653.5	8749.0	938.4	kN*m	momento flettente trasversale del primo ordine
M _{1,y}	= 0.0	0.0	0.0	kN*m	momento flettente longitudinale del primo ordine
M _{2,y}	= 704.0	978.4	5041.8	kN*m	momento flettente longitudinale del primo ordine
M _{01,x}	= 6094	9155	1182	kN*m	minimo momento flettente trasversale (in valore assoluto)
M _{02,x}	= 6094	9155	1182	kN*m	massimo momento flettente trasversale (in valore assoluto)
M _{01,y}	= 440.3	405.9	243.4	kN*m	minimo momento flettente longitudinale (in valore assoluto)
M _{02,y}	= 1144.3	1384.2	5285.2	kN*m	massimo momento flettente longitudinale (in valore assoluto)
M _{0Ed,x}	= 6093.9	9154.8	1181.8	kN*m	momento flettente di calcolo trasversale equivalente
M _{0Ed,y}	= 862.7	992.9	3268.5	kN*m	momento flettente di calcolo longitudinale equivalente
Valutazione della snellezza limite					
A	= 0.70	0.70	0.70		
B	= 1.09	1.09	1.09		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	= 0.23	0.22	0.13		forza assiale adimensionale
λ _{lim}	= 22.1	23.1	29.8		snellezza limite
	OK	OK	OK		

Come si immaginava, la snellezza delle pile del viadotto in esame, essendo minore della snellezza limite, è tale da non rendere necessarie verifiche di stabilità.

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 48 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_relazione_calcolo_pile_dx.doc

6 VERIFICA DEL PULVINO

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



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

RIEPILOGO Pulvini più sollecitati			
combinazione			
	Nmax	Vmax	
Fz	8139	4046	
V	82	469	
	P01-sx	P01-dx	

Si riporta di seguito il dettaglio dei calcoli di verifica.

Bridge Cap - Strut & Tie Model (calcolo mensola tozze con $a > z/2$)

Materiali

R_{ck}	=	30	30	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f_{ck}	=	24.90	24.90	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{cd}	=	14.1	14.1	MPa	resistenza di calcolo a compressione
f_{yd}	=	391.3	391.3	MPa	tensione di snervamento di calcolo
β_1	=	1.00	1.00		coefficiente per la resistenza del nodo compresso
$\sigma_{1Rd,max}$	=	12.70	12.70	MPa	resistenza a compressione per nodi compressi

Mensola

		P01-sx	P01-dx		
F_{Ed}	=	8139	4046	kN	azione verticale di calcolo appoggio
H_{Ed}	=	82	469	kN	azione orizzontale di calcolo appoggio

Geometria

a_c	=	2000	2000	mm	distanza asse appoggio estradosso pila
B	=	3200	3200	mm	larghezza pulvino
h_c	=	1500	1500	mm	altezza pulvino
c	=	200	200	mm	copriferro (armatura su 3 strati distanti 150 mm)
b_1	=	1100	1100	mm	larghezza baggio
b_2	=	1100	1100	mm	lunghezza baggio
$b_{3,max}$	=	410	410	mm	altezza baggio (massima: a favore di sicurezza)
d	=	1300	1300	mm	altezza utile
z	=	1040	1040	mm	braccio della coppia interna
x_1	=	200	100	mm	larghezza biella compressa
y_1	=	260	260	mm	altezza biella compressa
a	=	2100	2050	mm	distanza tra F_{Ed} e asse larghezza pila collaborante
a_H	=	610	610	mm	distanza tra H_{Ed} e armatura

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 49 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_relazione_calcolo_pile_dx.doc

Verifica puntone e tirante principale (armatura orizzontale)

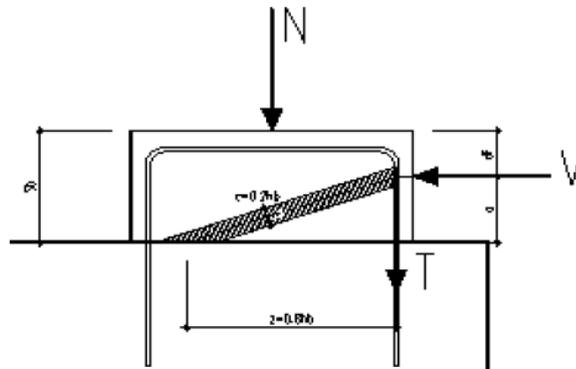
C	=	16483	8250	kN	risultante di compressione
T	=	16565	8718	kN	risultante di trazione
σ_c	=	9.91	4.96	MPa	tensione di compressione nel puntone
FS	=	1.28	2.56		
n	=	90	90		numero ferri superiore
\emptyset	=	26	26	mm	diametro armatura superiore
A_s	=	47784	47784	mm ²	area armatura superiore
σ_s	=	346.66	182.46	MPa	tensione di trazione nel tirante
FS	=	1.13	2.14		

Verifica tirante secondario (armatura verticale)

F_{wd}	=	8244	3968	kN	risultante forza di taglio
n_{br1}	=	8	8		numero bracci in senso trasversale
n_{br2}	=	20	20		numero bracci in senso longitudinale
\emptyset_w	=	14	14	mm	diametro staffe
k_2	=	0.50	0.50		coefficiente per l'armatura a taglio minima
$A_{w,min1}$	=	21068	10140	mm ²	armatura strettamente necessaria a taglio
$A_{w,min2}$	=	10400	5170	mm ²	armatura minima a taglio
A_{sw}	=	24630	197041	mm ²	armatura di progetto
σ_s	=	334.71	20.14	MPa	tensione di trazione staffe
FS	=	1.17	19.43		

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

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 50 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_relazione_calcolo_pile_dx.doc

Bridge Cap - Strut & Tie Model (calcolo mensole tozze con $a < z/2$)

Materiali

R_{ck}	=	55	55	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f_{ck}	=	45.65	45.65	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{cd}	=	25.9	25.9	MPa	resistenza di calcolo a compressione
f_{yd}	=	391.3	391.3	MPa	tensione di snervamento di calcolo
β_1	=	1.00	1.00		coefficiente per la resistenza del nodo compresso
$\sigma_{1Rd,max}$	=	21.14	21.14	MPa	resistenza a compressione per nodi compressi

Mensola

		P01-sx	P01-dx		
F_{Ed}	=	8139	4046	kN	azione verticale di calcolo appoggio
H_{Ed}	=	82	469	kN	azione orizzontale di calcolo appoggio

Geometria

b_1	=	1100	1100	mm	larghezza baggiolo
b_2	=	1100	1100	mm	lunghezza baggiolo
$b_{3,max}$	=	410	410	mm	altezza baggiolo (massima: a favore di sicurezza)
b_0	=	950	950	mm	larghezza appoggio
c	=	30	30	mm	copriferro
d	=	1070	1070	mm	altezza utile
z	=	856	856	mm	braccio della coppia interna
x_1	=	3.5	20.2	mm	larghezza biella compressa
y_1	=	214	214	mm	altezza biella compressa
a	=	412	420	mm	
α	=	0.45	0.46	rad	

Verifica puntone e tirante principale (armatura orizzontale)

C	=	91	522	kN	risultante di compressione
T	=	39	230	kN	risultante di trazione
σ_c	=	0.19	1.11	MPa	tensione di compressione nel puntone
FS	=	109.78	19.07		
n	=	6	6		numero ferri superiore
\emptyset	=	14	14	mm	diametro armatura superiore
A_s	=	924	924	mm ²	area armatura superiore
σ_s	=	42.56	249.04	MPa	tensione di trazione nel tirante
FS	=	9.19	1.57		

Verifiche a fenditura (armatura verticale)

T	=	336	167	kN	risultante forza di taglio
A_s	=	859	859	mm ²	armatura necessaria
n_{str}	=	2	2		numero strati
n_{br}	=	8	8		numero bracci x strato
\emptyset_w	=	14	14	mm	diametro staffe
A_{sw}	=	2463	2463	mm ²	armatura di progetto
FS	=	2.87	2.87		

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 51 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_relazione_calcolo_pile_dx.doc

7 VERIFICA DEI PALI DI FONDAZIONE

7.1 VERIFICHE STRUTTURALI

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

E	=	33643 MPa	modulo elastico calcestruzzo
D	=	1200 mm	diametro palo
J	=	0.1018 m ⁴	momento d'inerzia del palo
K	=	13000 kN/m ³	costante di reazione del terreno
B	=	1.80 m	larghezza efficace del palo
E _s	=	23400 kN/m ²	modulo di elasticità del terreno
L0	=	4.92 m	lunghezza elastica del palo
h	=	0.00 m	altezza tratto libero
V	=	93.0 kN	taglio alla testa del palo
M _{max}	=	228.7 kNm	massimo momento flettente
d _{max}	=	0.81 mm	spostamento massimo in testa
z2	=	10.10 m	profondità di calcolo momento flettente
M(z2)	=	80.7 kNm	momento flettente alla profondità z2
z3	=	20.10 m	profondità di calcolo momento flettente
M(z3)	=	-2.4 kNm	momento flettente alla profondità z3

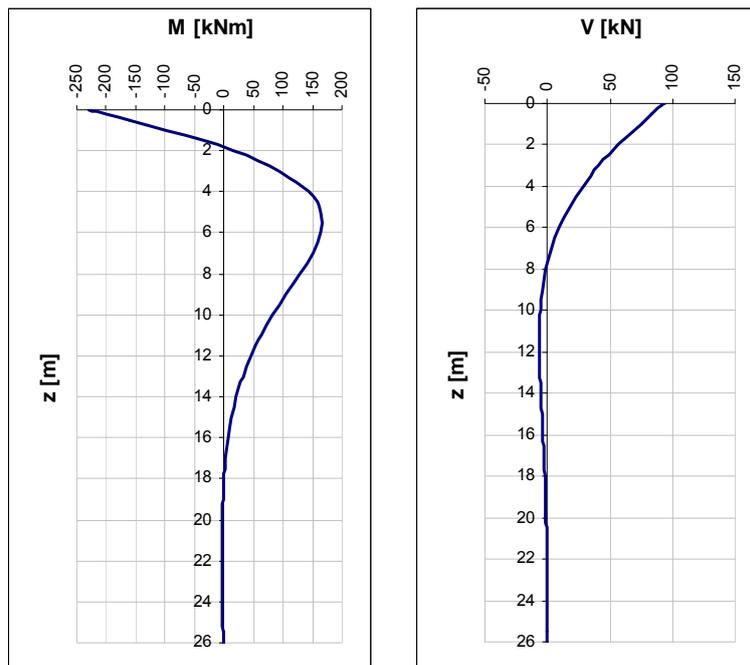


Figura 7-1: Andamento dei momenti flettenti e dei tagli sul palo di fondazione

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

In tutte le palificate le gabbie vengono armate con 14Ø18. 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]	c' [cm]	Φ [mm]	n	s [cm]	M _{Ed} [kN*m]	N _{Ed} [kN]	M _{res} [kN*m]	
gabbia n.1	-0.9	11.1	5	18	14	24.7	228.7	1565.0	1415.0	OK
gabbia n.2	10.1	21.1	5	18	14	24.7	80.7	1565.0	1415.0	OK
gabbia n.3	20.1	24.0	5	18	14	24.7	2.4	1565.0	1415.0	OK

The screenshot shows the 'Verifica C.A. S.L.U.' software interface. Key parameters include:

- Titolo:** Pali_D=1200mm
- Sezione circolare cava:** Raggio esterno 60 cm, Raggio interno 0 cm, N° barre uguali 14, Diametro barre 1.8 cm, Copri ferro (baric.) 5 cm.
- Sollecitazioni:** S.L.U. Metodo n. N_{Ed} 1565 kN, M_{Ed} 0 kNm.
- Materiali:** B450C (ε_{su} 67.5‰, f_{yd} 391.3 N/mm², E_s 200000 N/mm², ε_{syd} 1.957‰, σ_{s,adm} 255 N/mm²), C32/40 (ε_{c2} 2‰, ε_{cu} 3.5‰, f_{cd} 18.13, f_{cc}/f_{cd} 0.8, σ_{c,adm} 12.25, τ_{co} 0.7333, τ_{c1} 2.114).
- Sezione C.A.:** Diagramma di una sezione circolare con barre distribuite.
- Metodo di calcolo:** S.L.U. + Metodo n.
- Tipo flessione:** Retta.
- Vertici:** 52, N° rett. 100.
- Calcola MRd, Dominio M-N, L₀ 0 cm, Col. modello.**

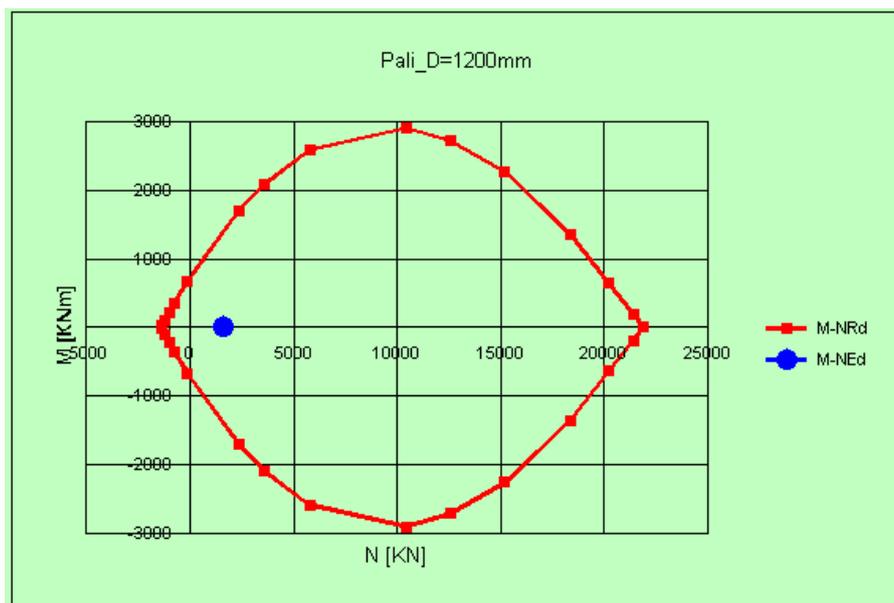


Figura 7-2: Momento resistente del palo di fondazione

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 53 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_relazione_calcolo_pile_dx.doc

7.1.2 S.L.U. – Resistenza: taglio

La verifica a taglio risulta soddisfatta se:

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

in cui:

V_{Ed} : taglio di calcolo

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

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

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

dove:

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

D : diametro della sezione

d : altezza utile della sezione

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

A_{sw} : area dell'armatura trasversale

s : interasse tra due armature trasversali consecutive

α_c : coefficiente maggiorativo per lo sforzo assiale

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

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

Sollecitazioni

V	=	93.0 kN	taglio di calcolo
N	=	1565.0 kN	sforzo assiale di calcolo

Geometria

D	=	1200 mm	diametro sezione
d	=	1150 mm	altezza utile
d_e	=	892 mm	altezza utile equivalente
b_{we}	=	1080 mm	base equivalente

Materiali

R_{ck}	=	40	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	32 MPa	resistenza caratteristica cilindrica
γ_c	=	1.50	coefficiente parziale di sicurezza

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 54 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_relazione_calcolo_pile_dx.doc

α_{cc}	=	0.85	coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
f_{cd}	=	18.81 MPa	resistenza di calcolo a compressione
f_{cd}^*	=	9.41	resistenza ridotta
γ_s	=	1.15 MPa	coefficiente di sicurezza acciaio
f_{yk}	=	450.00 MPa	tensione caratteristica di snervamento acciaio
f_{yd}	=	391.30 MPa	tensione di snervamento di calcolo dell'acciaio

Verifica per elementi provvisti di armatura a taglio

\varnothing_w	=	10 mm	diametro dell'armatura a taglio
α	=	90 °	inclinazione dell'armatura trasversale
s	=	300 mm	passo staffe in direzione longitudinale
n_{br}	=	2	numero bracci
A_{sw}	=	157.08 mm ²	area resistente dell'armatura a taglio
ctg ϑ	=	2.50	inclinazione delle bielle di calcestruzzo
σ_{cp}	=	1.384 MPa	tensione media di compressione nella sezione
α_c	=	1.07	coefficiente maggiorativo per la presenza di sforzo assiale
V_{Rsd}	=	411.2 kN	resistenza a taglio trazione
V_{Rcd}	=	3019.2 kN	resistenza taglio compressione
V_{Rd}	=	411.2	resistenza a taglio
FS	=	4.42	

Si dispongono sui pali della carreggiata DX armature a taglio costituite da spirali $\varnothing 10/300$.

7.1.3 S.L.E. – Fessurazione

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

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

- **condizioni 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 nelle barre nella combinazione più gravosa.

Tabella 7.1: Sollecitazioni per la verifica agli SLE

	SLE_Frequente			SLE_Quasi Permanente			
	N	V	M	N	V	M	
Comb	kN	kN	kNm	Comb	kN	kN	kNm
Nmax	2377	13	31	Nmax	1915	12	28
Nmin	1189	7	17	Nmin	1621	5	12
Vmax	1342	13	31	Vmax	1822	12	28

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 55 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_relazione_calcolo_pile_dx.doc

Tabella 7.2: Tensioni di riferimento

		Comb. Frequente	Comb. Quasi perm.
Diametri massimi delle barre per il controllo della fessurazione			
σ_s		w2=0.30 mm	w1=0.20 mm
[MPa]		Ø	Ø
160		32	25
200		25	16
240		16	12
280		12	8
320		10	6
360		8	-
Spaziatura massima delle barre per il controllo della fessurazione			
σ_s		w2=0.30 mm	w1=0.20 mm
[MPa]		Ø	Ø
160		300	200
200		250	150
240		200	100
280		150	50
320		100	-
360		50	-

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

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 verifica_ok	tutta compressa verifica_ok		se >1 verifica soddisfatta

Nel seguito si riporta l'output del programma per la combinazione Frequente comb N_{min}.
Come si evince la sezione del palo non presenta sollecitazioni di trazione.

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 56 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_relazione_calcolo_pile_dx.doc

Figura 7-3: Stato sollecitante massimo nella combinazione di carico frequente N_{min}

7.1.4 S.L.E. – Limitazione delle tensioni

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

	SLE_Caratteristica			SLE_Quasi Permanente			
	N	V	M	N	V	M	
Comb	kN	kN	kNm	Comb	kN	kN	kNm
Nmax	2410	17	40	Nmax	1915	12	28
Nmin	1147	14	33	Nmin	1621	5	12
Vmax	1307	17	40	Vmax	1822	12	28

Materiali

R_{ck} = 40 MPa resistenza caratteristica cubica
 f_{ck} = 33.20 MPa resistenza caratteristica cilindrica
 f_{yk} = 450.00 MPa resistenza caratteristica di snervamento 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: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 57 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_relazione_calcolo_pile_dx.doc

Comb_Nmax Comb_Mmax
Rara Rara

Tensione massima di compressione del calcestruzzo nelle condizioni di esercizio

σ_c	=	19.9	19.9	[MPa]	massima tensione del cls da normativa
$\sigma_{c,Sd}$	=	2.26	1.33	[MPa]	tensione di calcolo del cls in esercizio
		8.82	15.03		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	=	14.9	14.9	[MPa]	massima tensione del cls da normativa
$\sigma_{c,Sd}$	=	1.77	1.70	[MPa]	tensione di calcolo del cls in esercizio
		8.42	8.81		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		

7.2 VERIFICHE GEOTECNICHE DEI PALI

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

	TRV1	TRV2a	TRV2b	TF1
peso secco γ_d (kN/m ³)	19.6	19.8	19.3	19.8
peso saturo γ_{sat} (kN/m ³)	19.6	19.8	19.3	19.8
coesione non dren. c_u (kPa)	129	199	199 ¹	250 ²
coesione dren. c' (kPa)	19	24	21	5
angolo attrito ϕ' (°)	21	19	23	23

¹ In mancanza di dati si è assunto il valore della c_u dello strato argilloso superiore.

² Con riferimento alle raccomandazioni AGI per pali trivellati in terreni coesivi, la coesione non drenata c_u è stata limitata superiormente a 250 kPa affinché l'adesione $s_{lim,u} \leq 100$ kPa.

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 58 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_relazione_calcolo_pile_dx.doc

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

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

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

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

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

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

in condizioni non drenate, e come:

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

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

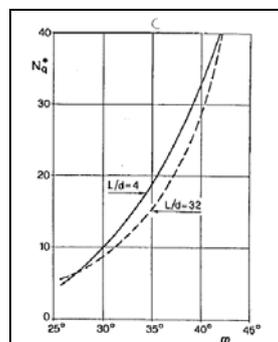
in condizioni drenate. In queste equazioni, si sono indicate rispettivamente con σ_{vL} e con σ_{vL}' la tensione totale ed efficace agenti in sito alla quota della punta del palo. I valori assunti per il coefficiente di adesione α sono stati ricavati in funzione della coesione non drenata secondo i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

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

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

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

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



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

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 59 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_relazione_calcolo_pile_dx.doc

	TRV1	TRV2a	TRV2b	TF1
coeff. Nq (cond. drenate)	4.0	4.0	4.0	4.0
coeff. Nc (cond. drenate)	7.7	8.6	7.2	7.1

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 la falda contenuta tra -3÷-5m (tetto falda) e -10m (letto falda) al di sotto del p.c., ossia il letto della falda coincidente con il tetto dell'unità geotecnica TRV2a. Di seguito le stratigrafie apprese dal profilo geotecnico sotto ogni opera.

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	TF1	2	0	2
2° strato	TRV1	5	2	7
3° strato	TRV2a	10	7	17
4° strato	TRV2b	28	17	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	TF1	1	0	1
2° strato	TRV1	4	1	5
3° strato	TRV2a	12	5	17
4° strato	TRV2b	28	17	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	TF1	3	0	3
2° strato	TRV1	4	3	7
3° strato	TRV2a	11	7	18
4° strato	TRV2b	27	18	45

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

$$R_d \geq E_d$$

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 $\gamma_E = \gamma_F$:

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

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 60 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_relazione_calcolo_pile_dx.doc

La verifica della relazione $Rd \geq Ed$ 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_{Qk}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

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

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

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

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

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

Nel caso specifico, le verifiche geotecniche (GEO) in termini di capacità portante dei pali sono state condotte sulla base dell'approccio 2, con i coefficienti parziali \rightarrow A1+M1+R3.

La capacità portante dei pali, determinata mediante procedura analitica basata sui parametri geotecnici dei terreni interessati, è stata ridotta del fattore di correlazione ζ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate. Considerando l'adozione di una sola relazione analitica per la valutazione del carico limite si è assunto il fattore ζ_3 . Per i terreni interessati dall'opera in esame, il numero di verticali di indagine è 6.

$$R_{c,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{c,cal})_{media}}{\zeta_3}; \frac{(R_{c,cal})_{min}}{\zeta_4} \right\}$$

$$R_{t,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{t,cal})_{media}}{\zeta_3}; \frac{(R_{t,cal})_{min}}{\zeta_4} \right\}$$

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	≥ 10
ζ_3	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
ζ_4	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 61 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_relazione_calcolo_pile_dx.doc

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

azioni verticali massime in testa palo			caratteristiche pali fondazione			PP. Compensato	carico limite	
pila/spalla	statica	dinamica	diam. Palo	N° pali	lunghezza palo		Qlim_d	Qlim_u
	kN	kN	m		m	kN	kN	kN
Pila1	3497.27	2044.17	1.2	8	24	197.42	5091.1	5008.2
Pila2	3187.38	1959.97	1.2	8	24	197.11	5401.7	5161.7
Pila3	3483.95	2133.11	1.2	8	24	196.35	4962.6	4982.6

Tabella 7.3: Carreggiata destra: Riepilogo dei risultati

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

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

CALCOLO DEL CARICO LIMITE ORIZZONTALE IN TERRENI COESIVI

D	=	1.20 m	diametro palo
L	=	24.00 m	lunghezza palo
M_y	=	1080.0 kNm	momento di plasticizzazione del palo
c_u	=	193.7 kPa	coesione non drenata

palo corto

$Q_{lim,1}$	=	46443.5 kN	carico limite per palo corto
M_{max}	=	599121.3 kNm	momento massimo

palo intermedio

$Q_{lim,2}$	=	17294.5 kN	carico limite per palo intermedio
f	=	8.3 m	
M_{max}	=	101534.9 kNm	momento massimo

palo lungo

$Q_{lim,3}$	=	1052.8 kN	carico limite per palo lungo
MR		PALO LUNGO	meccanismo di rottura
$Q_{lim,m}$	=	1052.8 kN	carico limite (valore medio)
ξ_3	=	1.50	fattore di correlazione
$Q_{lim,k}$	=	701.9 kN	carico limite (valore caratteristico)
γ_T	=	1.30	coefficiente parziale
$Q_{lim,d}$	=	539.9 kN	carico limite (valore di progetto)
F_h	=	93.0 kN	azione trasversale testa palo
FS	=	5.81	

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 62 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_relazione_calcolo_pile_dx.doc

8 DISPOSITIVI ANTISISMICI

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

V	10980	kN	massimo carico verticale agente sull'isolatore in fase di sisma
F _{zd}	21220	kN	massimo carico verticale allo S.L.U. in esercizio
K _e	3.03	kN/mm	rigidezza orizzontale equivalente
K _v	2814	kN/mm	rigidezza verticale
d	0.300	m	massimo spostamento dell'isolatore
D _g	0.900	m	diametro dell'elastomero
W	1049	kg	peso dell'isolatore

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

Azioni trasmesse dall'impalcato								
Joint	OutputCase	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	pila
Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	
P1-D	G1+G2	0	0	3894	0	0	0	
P1-D	E2	9	0	315	0	0	0	
P1-D	E3	8	0	77	0	0	0	
P1-D	Q1	0	0	1655	0	0	0	
P1-D	Q5	0	68	-27	0	0	0	
P1-D	Q7	39	0	0	0	0	0	
P1-S	G1+G2	0	0	3810	0	0	0	P01
P1-S	E2	9	0	316	0	0	0	
P1-S	E3	8	0	76	0	0	0	
P1-S	Q1	0	2	1880	0	0	0	
P1-S	Q5	0	68	27	0	0	0	
P1-S	Q7	38	0	0	0	0	0	
P2-D	G1+G2	0	0	3383	0	0	0	
P2-D	E2	0	0	-140	0	0	0	
P2-D	E3	0	0	68	0	0	0	
P2-D	Q1	0	1	1626	0	0	0	
P2-D	Q5	0	69	-23	0	0	0	
P2-D	Q7	34	0	0	0	0	0	P02
P2-S	G1+G2	0	0	3304	0	0	0	
P2-S	E2	0	0	-138	0	0	0	
P2-S	E3	0	0	67	0	0	0	
P2-S	Q1	0	3	1796	0	0	0	
P2-S	Q5	0	69	23	0	0	0	
P2-S	Q7	33	0	0	0	0	0	
P3-D	G1+G2	0	0	3850	0	0	0	
P3-D	E2	9	0	316	0	0	0	
P3-D	E3	8	0	77	0	0	0	
P3-D	Q1	0	1	1617	0	0	0	
P3-D	Q5	0	68	-22	0	0	0	
P3-D	Q7	38	0	0	0	0	0	P03
P3-S	G1+G2	0	0	3769	0	0	0	
P3-S	E2	9	0	316	0	0	0	
P3-S	E3	8	0	75	0	0	0	
P3-S	Q1	0	2	1847	0	0	0	
P3-S	Q5	0	68	23	0	0	0	
P3-S	Q7	38	0	0	0	0	0	

Azione sismica (S.L.C. - max Fz)								
Joint	OutputCase	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	pila
Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	
P1-D	Q6	125	63	349	0	0	0	P01
P1-S	Q6	125	63	345	0	0	0	
P2-D	Q6	124	64	338	0	0	0	P02
P2-S	Q6	124	64	334	0	0	0	
P3-D	Q6	124	62	346	0	0	0	P03
P3-S	Q6	124	62	342	0	0	0	

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 63 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_relazione_calcolo_pile_dx.doc

Azioni totali sugli appoggi (Combinazione sismica - max Fz)								
Joint	OutputCase	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	pila
Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	
P1-D	S.L.C.	161	63	4597	0	0	0	P01
P1-S	S.L.C.	161	63	4509	0	0	0	
P2-D	S.L.C.	144	64	3615	0	0	0	P02
P2-S	S.L.C.	144	64	3533	0	0	0	
P3-D	S.L.C.	160	63	4550	0	0	0	P03
P3-S	S.L.C.	160	63	4465	0	0	0	
				4597				

Azioni totali sugli appoggi (Combinazione fondamentale)								
Joint	OutputCase	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	pila
Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	
P1-D	S.L.U.	52	62	7901	0	0	0	P01
P1-S	S.L.U.	52	63	8139	0	0	0	
P2-D	S.L.U.	31	64	6622	0	0	0	P02
P2-S	S.L.U.	30	66	6788	0	0	0	
P3-D	S.L.U.	51	62	7794	0	0	0	P01
P3-S	S.L.U.	51	64	8036	0	0	0	
				8139				

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

S.L.C.							
	P1-D	P1-S	P2-D	P2-S	P3-D	P3-S	
d _{Q6,x}	0.014	0.074	0.046	0.046	0.048	0.049	m spostamento longitudinale dell'impalcato dovuto al sisma longitudinale
d _{Q6,y}	0.023	0.047	0.037	0.037	0.035	0.035	m spostamento longitudinale dell'impalcato dovuto al sisma trasversale
d _{E2,x}	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001	m dilatazione dell'impalcato dovuto al ritiro
d _{E3,x}	0.003	0.021	0.002	0.002	0.014	0.014	m dilatazione dell'impalcato dovuto all'effetto termico
d _{E,tot}	0.028	0.098	0.060	0.060	0.067	0.067	m spostamento longitudinale totale dell'impalcato
S.L.U.							
	P1-D	P1-S	P2-D	P2-S	P3-D	P3-S	
d _{E2,x}	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001	m dilatazione dell'impalcato dovuto al ritiro
d _{E3,x}	0.003	0.021	0.002	0.002	0.014	0.014	m dilatazione dell'impalcato dovuto all'effetto termico
d _{Q1,y}	0.001	0.009	0.015	0.015	0.007	0.002	m spostamento longitudinale dell'impalcato dovuto ai carichi mobili
d _{Q5,y}	0.007	0.057	0.063	0.063	0.060	0.060	m spostamento longitudinale dell'impalcato dovuto al vento
d _{E,tot}	0.008	0.065	0.076	0.077	0.065	0.058	m spostamento longitudinale totale dell'impalcato

Il massimo spostamento dell'isolatore è pari a 98 mm, inferiore quindi al massimo spostamento consentito all'isolatore, pari a 300 mm.

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 64 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_relazione_calcolo_pile_dx.doc

9 ANALISI DEL PLINTO DI FONDAZIONE (8 PALI)

Il plinto presenta pianta rettangolare di lati 7.00 m × 9.10 m ed altezza pari a 2,50 m. Esso è fondato su n. 8 pali Ø1200 mm posti ad interasse di 3.60 m.

Nella presente relazione si riportano le verifiche del solo plinto di fondazione della carreggiata destra in corrispondenza della pila P01 in quanto quella soggetta alle azioni più sfavorevoli.

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

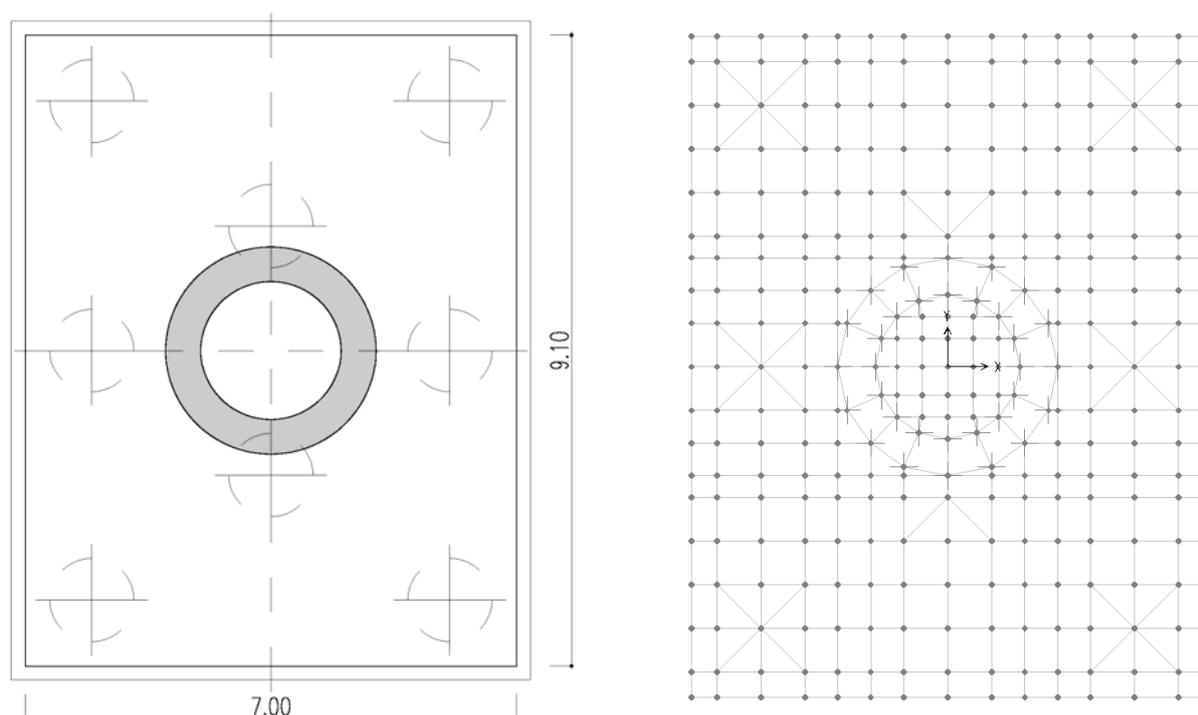


Figura 4: Plinto di Fondazione carreggiata DX

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*).

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 65 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_relazione_calcolo_pile_dx.doc

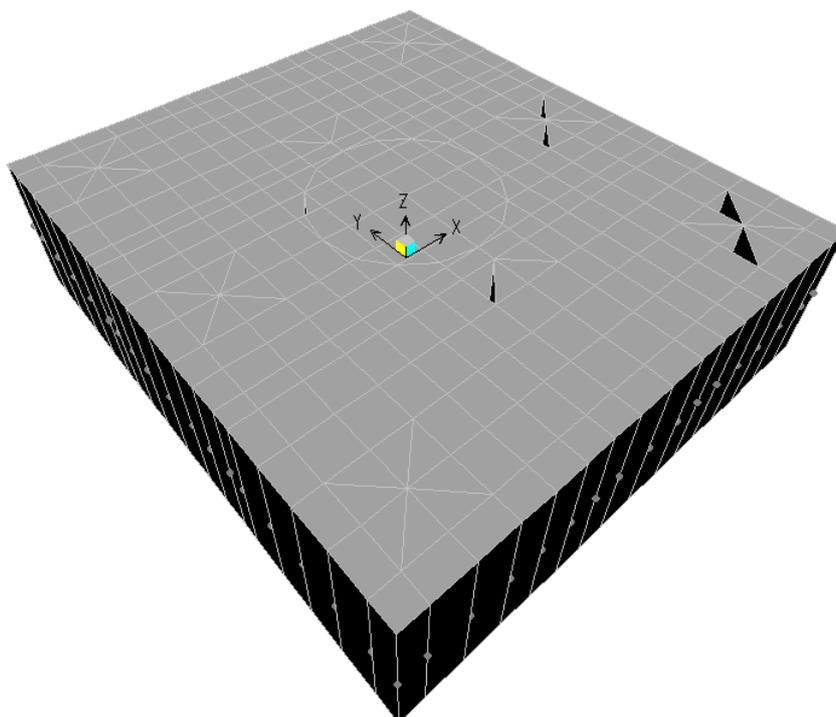


Figura 5: Vista 3d del modello agli elementi finiti

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 P01 della carreggiata destra, alle quali si fa riferimento per il dimensionamento di tutti i plinti di questa tipologia, in quanto sono le più gravose.

Azioni Sui Pali della Pila P01 carreggiata destra

Joint	LoadCase	N
Pali	Combinazioni	KN
P01	SLU-1	2686
P01	SLU-2	2691
P01	SLU-3	2834
P01	SLU-4	2839
P01	SLU-5	2338
P01	SLU-6	2343
P01	SLU-7	2487
P01	SLU-8	2492
P01	SLU-9	2663
P01	SLU-10	2668
P01	SLU-11	2811
P01	SLU-12	2816
P01	SLU-13	2402
P01	SLU-14	2407

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 66 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_relazione_calcolo_pile_dx.doc

Joint	LoadCase	N
Pali	Combinazioni	KN
P01	SLU-15	2551
P01	SLU-16	2555
P01	SLU-17	2622
P01	SLU-18	2627
P01	SLU-19	2770
P01	SLU-20	2775
P01	SLU-21	2362
P01	SLU-22	2367
P01	SLU-23	2510
P01	SLU-24	2515
P01	SLU-25	2573
P01	SLU-26	2578
P01	SLU-27	2820
P01	SLU-28	2825
P01	SLU-29	2312
P01	SLU-30	2317
P01	SLU-31	2559
P01	SLU-32	2564
P01	SLU-33	2633
P01	SLU-34	2641
P01	SLU-35	2781
P01	SLU-36	2789
P01	SLU-37	2372
P01	SLU-38	2381
P01	SLU-39	2521
P01	SLU-40	2529
P01	SLV-1	1917
P01	SLV-2	1921
P01	SLV-3	1830
P01	SLV-4	1833
P01	SLV-5	1789
P01	SLV-6	1793
P01	SLR-1	1958
P01	SLR-2	1962
P01	SLR-3	2056
P01	SLR-4	2061
P01	SLR-5	1869
P01	SLR-6	1873
P01	SLR-7	1967
P01	SLR-8	1972
P01	SLF-1	1991
P01	SLF-2	1995
P01	SLF-3	2023
P01	SLF-4	2028
P01	SLF-5	1902
P01	SLF-6	1906
P01	SLF-7	1934
P01	SLF-8	1939

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 67 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_relazione_calcolo_pile_dx.doc

Joint	LoadCase	N
Pali	Combinazioni	KN
P01	SLQP-1	1864
P01	SLQP-2	1867
P02	SLU-1	2961
P02	SLU-2	2913
P02	SLU-3	2961
P02	SLU-4	2913
P02	SLU-5	2841
P02	SLU-6	2793
P02	SLU-7	2841
P02	SLU-8	2793
P02	SLU-9	2804
P02	SLU-10	2756
P02	SLU-11	2804
P02	SLU-12	2756
P02	SLU-13	2714
P02	SLU-14	2666
P02	SLU-15	2714
P02	SLU-16	2666
P02	SLU-17	2845
P02	SLU-18	2796
P02	SLU-19	2845
P02	SLU-20	2796
P02	SLU-21	2755
P02	SLU-22	2706
P02	SLU-23	2755
P02	SLU-24	2706
P02	SLU-25	2845
P02	SLU-26	2796
P02	SLU-27	2845
P02	SLU-28	2796
P02	SLU-29	2755
P02	SLU-30	2706
P02	SLU-31	2755
P02	SLU-32	2706
P02	SLU-33	2852
P02	SLU-34	2772
P02	SLU-35	2852
P02	SLU-36	2772
P02	SLU-37	2762
P02	SLU-38	2682
P02	SLU-39	2762
P02	SLU-40	2682
P02	SLV-1	1720
P02	SLV-2	1686
P02	SLV-3	1773
P02	SLV-4	1739
P02	SLV-5	1757
P02	SLV-6	1723

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 68 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_relazione_calcolo_pile_dx.doc

Joint	LoadCase	N
Pali	Combinazioni	KN
P02	SLR-1	2117
P02	SLR-2	2077
P02	SLR-3	2117
P02	SLR-4	2077
P02	SLR-5	1667
P02	SLR-6	1626
P02	SLR-7	1667
P02	SLR-8	1626
P02	SLF-1	2117
P02	SLF-2	2077
P02	SLF-3	2117
P02	SLF-4	2077
P02	SLF-5	1667
P02	SLF-6	1626
P02	SLF-7	1667
P02	SLF-8	1626
P02	SLQP-1	1857
P02	SLQP-2	1824
P03	SLU-1	3453
P03	SLU-2	3407
P03	SLU-3	3305
P03	SLU-4	3259
P03	SLU-5	3497
P03	SLU-6	3452
P03	SLU-7	3349
P03	SLU-8	3303
P03	SLU-9	3288
P03	SLU-10	3242
P03	SLU-11	3140
P03	SLU-12	3094
P03	SLU-13	3321
P03	SLU-14	3275
P03	SLU-15	3173
P03	SLU-16	3127
P03	SLU-17	3247
P03	SLU-18	3202
P03	SLU-19	3099
P03	SLU-20	3053
P03	SLU-21	3280
P03	SLU-22	3235
P03	SLU-23	3132
P03	SLU-24	3087
P03	SLU-25	3297
P03	SLU-26	3251
P03	SLU-27	3050
P03	SLU-28	3004
P03	SLU-29	3330
P03	SLU-30	3284

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 69 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_relazione_calcolo_pile_dx.doc

Joint	LoadCase	N
Pali	Combinazioni	KN
P03	SLU-31	3083
P03	SLU-32	3037
P03	SLU-33	3258
P03	SLU-34	3182
P03	SLU-35	3110
P03	SLU-36	3034
P03	SLU-37	3291
P03	SLU-38	3215
P03	SLU-39	3143
P03	SLU-40	3067
P03	SLV-1	2044
P03	SLV-2	2012
P03	SLV-3	2026
P03	SLV-4	1994
P03	SLV-5	1916
P03	SLV-6	1885
P03	SLR-1	2410
P03	SLR-2	2372
P03	SLR-3	2311
P03	SLR-4	2273
P03	SLR-5	1470
P03	SLR-6	1432
P03	SLR-7	1372
P03	SLR-8	1334
P03	SLF-1	2377
P03	SLF-2	2339
P03	SLF-3	2344
P03	SLF-4	2306
P03	SLF-5	1438
P03	SLF-6	1400
P03	SLF-7	1405
P03	SLF-8	1367
P03	SLQP-1	1901
P03	SLQP-2	1869
P04	SLU-1	2823
P04	SLU-2	2802
P04	SLU-3	2897
P04	SLU-4	2876
P04	SLU-5	2590
P04	SLU-6	2568
P04	SLU-7	2664
P04	SLU-8	2642
P04	SLU-9	2733
P04	SLU-10	2712
P04	SLU-11	2807
P04	SLU-12	2786
P04	SLU-13	2558
P04	SLU-14	2537

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 70 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_relazione_calcolo_pile_dx.doc

Joint	LoadCase	N
Pali	Combinazioni	KN
P04	SLU-15	2632
P04	SLU-16	2611
P04	SLU-17	2733
P04	SLU-18	2712
P04	SLU-19	2807
P04	SLU-20	2786
P04	SLU-21	2558
P04	SLU-22	2537
P04	SLU-23	2632
P04	SLU-24	2611
P04	SLU-25	2709
P04	SLU-26	2687
P04	SLU-27	2832
P04	SLU-28	2810
P04	SLU-29	2534
P04	SLU-30	2512
P04	SLU-31	2657
P04	SLU-32	2635
P04	SLU-33	2742
P04	SLU-34	2706
P04	SLU-35	2817
P04	SLU-36	2780
P04	SLU-37	2567
P04	SLU-38	2531
P04	SLU-39	2641
P04	SLU-40	2605
P04	SLV-1	1819
P04	SLV-2	1804
P04	SLV-3	1801
P04	SLV-4	1786
P04	SLV-5	1773
P04	SLV-6	1758
P04	SLR-1	2037
P04	SLR-2	2019
P04	SLR-3	2087
P04	SLR-4	2069
P04	SLR-5	1768
P04	SLR-6	1750
P04	SLR-7	1817
P04	SLR-8	1799
P04	SLF-1	2054
P04	SLF-2	2036
P04	SLF-3	2070
P04	SLF-4	2052
P04	SLF-5	1784
P04	SLF-6	1766
P04	SLF-7	1801
P04	SLF-8	1782

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 71 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_relazione_calcolo_pile_dx.doc

Joint	LoadCase	N
Pali	Combinazioni	KN
P04	SLQP-1	1860
P04	SLQP-2	1845
P05	SLU-1	3207
P05	SLU-2	3160
P05	SLU-3	3133
P05	SLU-4	3086
P05	SLU-5	3169
P05	SLU-6	3122
P05	SLU-7	3095
P05	SLU-8	3048
P05	SLU-9	3046
P05	SLU-10	2999
P05	SLU-11	2972
P05	SLU-12	2925
P05	SLU-13	3018
P05	SLU-14	2971
P05	SLU-15	2943
P05	SLU-16	2897
P05	SLU-17	3046
P05	SLU-18	2999
P05	SLU-19	2972
P05	SLU-20	2925
P05	SLU-21	3018
P05	SLU-22	2971
P05	SLU-23	2943
P05	SLU-24	2897
P05	SLU-25	3071
P05	SLU-26	3024
P05	SLU-27	2947
P05	SLU-28	2900
P05	SLU-29	3042
P05	SLU-30	2995
P05	SLU-31	2919
P05	SLU-32	2872
P05	SLU-33	3055
P05	SLU-34	2977
P05	SLU-35	2981
P05	SLU-36	2903
P05	SLU-37	3027
P05	SLU-38	2949
P05	SLU-39	2953
P05	SLU-40	2874
P05	SLV-1	1882
P05	SLV-2	1849
P05	SLV-3	1899
P05	SLV-4	1867
P05	SLV-5	1837
P05	SLV-6	1804

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 72 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_relazione_calcolo_pile_dx.doc

Joint	LoadCase	N
Pali	Combinazioni	KN
P05	SLR-1	2264
P05	SLR-2	2224
P05	SLR-3	2214
P05	SLR-4	2175
P05	SLR-5	1569
P05	SLR-6	1529
P05	SLR-7	1519
P05	SLR-8	1480
P05	SLF-1	2247
P05	SLF-2	2208
P05	SLF-3	2231
P05	SLF-4	2191
P05	SLF-5	1552
P05	SLF-6	1513
P05	SLF-7	1536
P05	SLF-8	1496
P05	SLQP-1	1879
P05	SLQP-2	1846
P06	SLU-1	2577
P06	SLU-2	2554
P06	SLU-3	2725
P06	SLU-4	2702
P06	SLU-5	2262
P06	SLU-6	2239
P06	SLU-7	2410
P06	SLU-8	2387
P06	SLU-9	2492
P06	SLU-10	2469
P06	SLU-11	2640
P06	SLU-12	2617
P06	SLU-13	2255
P06	SLU-14	2232
P06	SLU-15	2403
P06	SLU-16	2380
P06	SLU-17	2532
P06	SLU-18	2509
P06	SLU-19	2680
P06	SLU-20	2657
P06	SLU-21	2295
P06	SLU-22	2272
P06	SLU-23	2444
P06	SLU-24	2421
P06	SLU-25	2483
P06	SLU-26	2460
P06	SLU-27	2730
P06	SLU-28	2707
P06	SLU-29	2246
P06	SLU-30	2223

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 73 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_relazione_calcolo_pile_dx.doc

Joint	LoadCase	N
Pali	Combinazioni	KN
P06	SLU-31	2493
P06	SLU-32	2470
P06	SLU-33	2539
P06	SLU-34	2501
P06	SLU-35	2688
P06	SLU-36	2649
P06	SLU-37	2303
P06	SLU-38	2265
P06	SLU-39	2451
P06	SLU-40	2413
P06	SLV-1	1656
P06	SLV-2	1640
P06	SLV-3	1675
P06	SLV-4	1659
P06	SLV-5	1694
P06	SLV-6	1678
P06	SLR-1	1891
P06	SLR-2	1872
P06	SLR-3	1990
P06	SLR-4	1971
P06	SLR-5	1866
P06	SLR-6	1846
P06	SLR-7	1964
P06	SLR-8	1945
P06	SLF-1	1924
P06	SLF-2	1905
P06	SLF-3	1957
P06	SLF-4	1938
P06	SLF-5	1899
P06	SLF-6	1879
P06	SLF-7	1931
P06	SLF-8	1912
P06	SLQP-1	1839
P06	SLQP-2	1823
P07	SLU-1	2961
P07	SLU-2	2913
P07	SLU-3	2961
P07	SLU-4	2913
P07	SLU-5	2841
P07	SLU-6	2793
P07	SLU-7	2841
P07	SLU-8	2793
P07	SLU-9	2804
P07	SLU-10	2756
P07	SLU-11	2804
P07	SLU-12	2756
P07	SLU-13	2714
P07	SLU-14	2666

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 74 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_relazione_calcolo_pile_dx.doc

Joint	LoadCase	N
Pali	Combinazioni	KN
P07	SLU-15	2714
P07	SLU-16	2666
P07	SLU-17	2845
P07	SLU-18	2796
P07	SLU-19	2845
P07	SLU-20	2796
P07	SLU-21	2755
P07	SLU-22	2706
P07	SLU-23	2755
P07	SLU-24	2706
P07	SLU-25	2845
P07	SLU-26	2796
P07	SLU-27	2845
P07	SLU-28	2796
P07	SLU-29	2755
P07	SLU-30	2706
P07	SLU-31	2755
P07	SLU-32	2706
P07	SLU-33	2852
P07	SLU-34	2772
P07	SLU-35	2852
P07	SLU-36	2772
P07	SLU-37	2762
P07	SLU-38	2682
P07	SLU-39	2762
P07	SLU-40	2682
P07	SLV-1	1720
P07	SLV-2	1686
P07	SLV-3	1773
P07	SLV-4	1739
P07	SLV-5	1757
P07	SLV-6	1723
P07	SLR-1	2117
P07	SLR-2	2077
P07	SLR-3	2117
P07	SLR-4	2077
P07	SLR-5	1667
P07	SLR-6	1626
P07	SLR-7	1667
P07	SLR-8	1626
P07	SLF-1	2117
P07	SLF-2	2077
P07	SLF-3	2117
P07	SLF-4	2077
P07	SLF-5	1667
P07	SLF-6	1626
P07	SLF-7	1667
P07	SLF-8	1626

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 75 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_relazione_calcolo_pile_dx.doc

Joint	LoadCase	N
Pali	Combinazioni	KN
P07	SLQP-1	1857
P07	SLQP-2	1824
P08	SLU-1	3345
P08	SLU-2	3271
P08	SLU-3	3197
P08	SLU-4	3123
P08	SLU-5	3421
P08	SLU-6	3347
P08	SLU-7	3272
P08	SLU-8	3199
P08	SLU-9	3117
P08	SLU-10	3043
P08	SLU-11	2968
P08	SLU-12	2895
P08	SLU-13	3173
P08	SLU-14	3100
P08	SLU-15	3025
P08	SLU-16	2952
P08	SLU-17	3157
P08	SLU-18	3084
P08	SLU-19	3009
P08	SLU-20	2935
P08	SLU-21	3214
P08	SLU-22	3140
P08	SLU-23	3066
P08	SLU-24	2992
P08	SLU-25	3207
P08	SLU-26	3133
P08	SLU-27	2960
P08	SLU-28	2886
P08	SLU-29	3263
P08	SLU-30	3190
P08	SLU-31	3016
P08	SLU-32	2943
P08	SLU-33	3165
P08	SLU-34	3042
P08	SLU-35	3017
P08	SLU-36	2894
P08	SLU-37	3222
P08	SLU-38	3099
P08	SLU-39	3074
P08	SLU-40	2951
P08	SLV-1	1783
P08	SLV-2	1732
P08	SLV-3	1871
P08	SLV-4	1820
P08	SLV-5	1820
P08	SLV-6	1769

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 76 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_relazione_calcolo_pile_dx.doc

Joint	LoadCase	N
Pali	Combinazioni	KN
P08	SLR-1	2343
P08	SLR-2	2282
P08	SLR-3	2245
P08	SLR-4	2183
P08	SLR-5	1467
P08	SLR-6	1406
P08	SLR-7	1369
P08	SLR-8	1307
P08	SLF-1	2311
P08	SLF-2	2249
P08	SLF-3	2278
P08	SLF-4	2216
P08	SLF-5	1435
P08	SLF-6	1373
P08	SLF-7	1402
P08	SLF-8	1340
P08	SLQP-1	1876
P08	SLQP-2	1824

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.

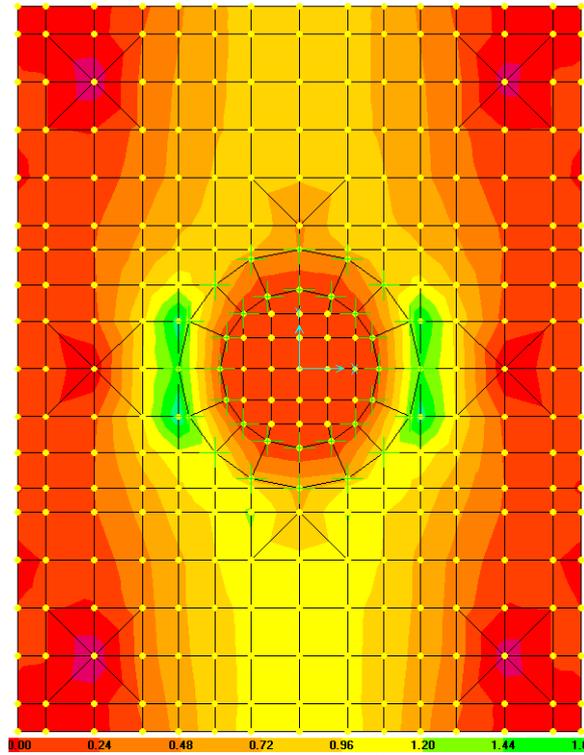


Figura 6: Momento longitudinale $M_{11}=M_x$

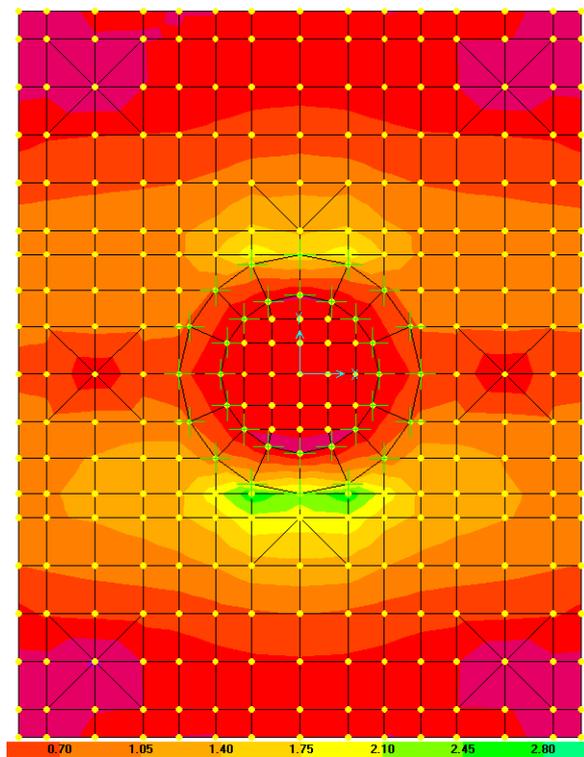


Figura 7: Momento trasversale $M_{22}=M_y$

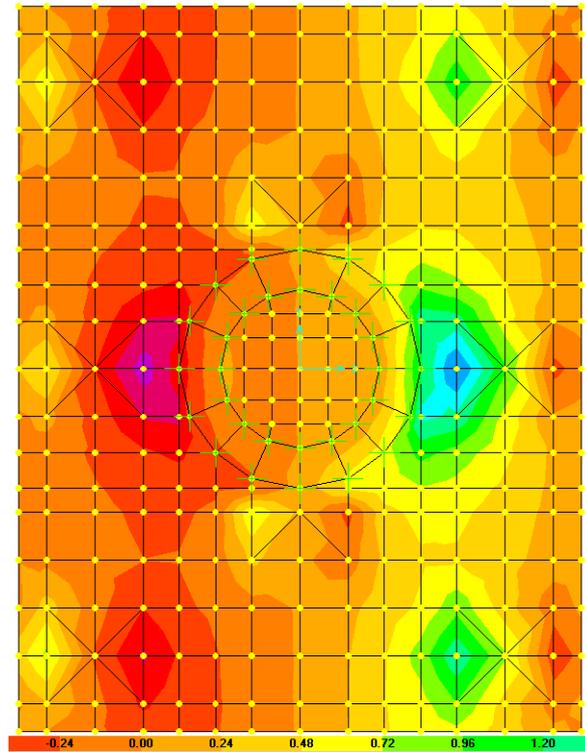


Figura 8: Taglio longitudinale V13=Fx

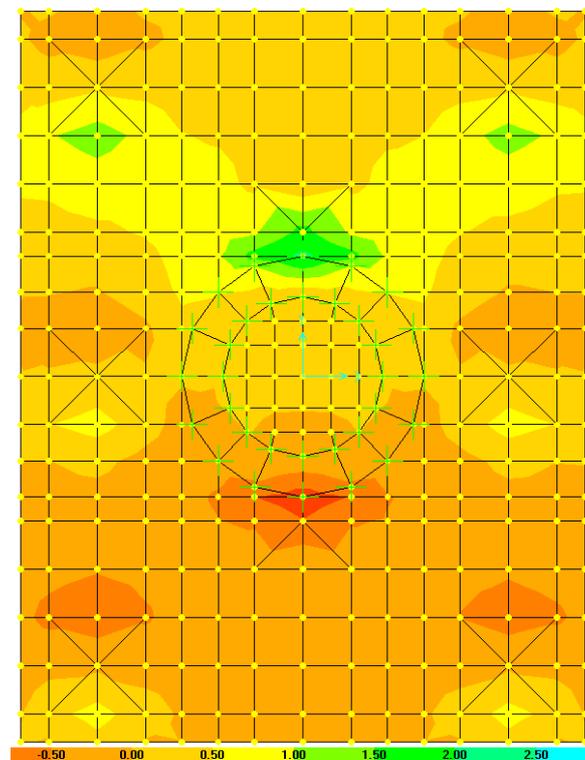


Figura 9: Taglio trasversale V23=Fy

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 79 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_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:

Momento trasversale M22=My		$A_{res,TOT}$ [cm ²]	M_{Sd}^{sup} [cm ²]	M_{Rd}^{sup} [cm ²]	FS			
Arm-inf	5 Φ 26	26.5	2400	2513	1.05	OK	momento trasversale My+=M22	
Arm-sup	5 Φ 20	15.7	150	1492	9.95	OK	momento trasversale My-=M22-	

Momento longitudinale M11=Mx

Arm-inf	5 Φ 26	26.5	1700	2513	1.48	OK	momento longitudinale Mx+=M11+	
Arm-sup	5 Φ 20	15.7	170	1492	8.78	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: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 80 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_relazione_calcolo_pile_dx.doc

		plinto P01 V13max	plinto P01 V23max		
Sollecitazioni					
V	=	1770	2000	kN	taglio
N	=	0	0	kN	sfuerzo 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}	=	40.0	40.0	MPa	resistenza caratteristica cubica
f _{ck}	=	33.2	33.2	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}	=	18.8	18.8	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}	=	4225.0	4225.0	mm ²	armatura longitudinale
ρ _l	=	0.00169	0.00169		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}	=	720.3	720.3	kN	taglio resistente
FS	=	0.4	0.4		
check	=	NO	NO		
Verifica per elementi provvisti di armatura a taglio					
Ø _w	=	24	24	mm	diametro armatura resistente a taglio
a	=	90.0	90.0	°	inclinazione armatura
s	=	500	500	mm	interasse armature a taglio
n _{br}	=	2.0	2.0		numero bracci armatura trasversale
A _{sw}	=	904.78	904.78	mm ²	area armatura trasversale posta nell'interasse s
ctgΘ (V)	=	28.8	25.9		
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}	=	9.41	9.41	MPa	resistenza ridotta
V _{Rcd}	=	14815.5	14815.5	kN	taglio resistente calcestruzzo
V _{Rd}	=	3903.3	3903.3	kN	taglio resistente sezione
FS	=	2.2	2.0		
check	=	OK	OK		

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 81 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_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 aggressive (classe di esposizione XA2).

Condizioni ambientali: **aggressive**

Armature: **poco sensibili**

Momento trasversale M22=My

Comb	inf	sup
SLE-F	1700	90
SLE-QP	1270	100

Momento longitudinale M11=Mx

Comb	inf	sup
SLE-F	1300	100
SLE-QP	1070	80

		comb.		comb.			
		FREQUENTE		FREQUENTE			
		inf	sup	inf	sup		
MATERIALI		Momento longitudinale M11=Mx		Momento trasversale M22=My			
Calcestruzzo							
R _{ck}	=	40	40	40	40	MPa	resistenza caratteristica cubica
f _{ck}	=	33.20	33.20	33.20	33.20	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f _{cm}	=	41.20	41.20	41.20	41.20	MPa	resistenza cilindrica media
f _{ctm}	=	3.10	3.10	3.10	3.10	MPa	resistenza media a trazione semplice
f _{ctk}	=	2.17	2.17	2.17	2.17	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice
f _{ctm}	=	3.72	3.72	3.72	3.72	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}	=	18.81	18.81	18.81	18.81	MPa	resistenza di calcolo a compressione
f _{ctd}	=	1.45	1.45	1.45	1.45	MPa	resistenza di calcolo a trazione
E _c	=	33643	33643	33643	33643	MPa	modulo di Young
Acciaio							
E _s	=	206000	206000	206000	206000	MPa	modulo di Young acciaio
γ _s	=	1.15	1.15	1.15	1.15		coefficiente parziale acciaio
f _{yk}	=	450.0	450.0	450.0	450.0	MPa	tensione caratteristica di snervamento acciaio
f _{yd}	=	391.3	391.3	391.3	391.3	MPa	tensione di snervamento di calcolo dell'acciaio
n	=	15	15	15	15		coefficiente di omogeneizzazione

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 82 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_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	=						numero barre strato 2
n3	=						numero barre strato 3
n4	=						numero barre strato 4
n5	=						numero barre strato 5
n6	=						numero barre strato 6
n7	=						numero barre strato 7
n8 (inferiore)	=	10	5	10	5		numero barre strato 8
diametro barre							
Ø1	=	20	26	20	26	mm	diametro barre strato 1
Ø2	=					mm	diametro barra strato 2
Ø3	=					mm	diametro barra strato 3
Ø4	=					mm	diametro barra strato 4
Ø5	=					mm	diametro barra strato 5
Ø6	=					mm	diametro barra strato 6
Ø7	=					mm	diametro barra strato 7
Ø8	=	26	20	26	20	mm	diametro barra strato 8
ordinate barre							
y1	=	2450	2450	2450	2450	mm	ordinata barre strato 1
y2	=					mm	ordinata barre strato 2
y3	=					mm	ordinata barre strato 3
y4	=					mm	ordinata barre strato 4
y5	=					mm	ordinata barre strato 5
y6	=					mm	ordinata barre strato 6
y7	=					mm	ordinata barre strato 7
y8	=	50	50	50	50	mm	ordinata barre strato 8
area barre							
A _{s1}	=	1571	5309	1571	5309	mm ²	area barre strato 1
A _{s2}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 2
A _{s3}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 3
A _{s4}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 4
A _{s5}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 5
A _{s6}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 6
A _{s7}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 7
A _{s8}	=	5309	1571	5309	1571	mm ²	area barre strato 8
SOLLECITAZIONI							
M	=	M11+	M11-	M22+	M22-		da sap
M	=	1300	100	1700	90	kNm	momento flettente (sempre >0 tende le fibre inferiori)
N	=	0	0	0	0	kN	sforzo normale (>0 compressione)
VERIFICA TENSIONI NEI MATERIALI							
cs	=	1	1	1	1		
cs	=	flessione semplice	flessione semplice	flessione semplice	flessione semplice		
an	=	531.8	263.0	531.8	263.0	mm	asse neutro (distanza da lembo compresso)
Y _n	=	1968	2237	1968	2237	mm	ordinata asse neutro
A	=	635012	366153	635012	366153	mm ²	area sezione reagente

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 83 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_relazione_calcolo_pile_dx.doc

J	=	348634847372	122373025604	348634847372	122373025604	mm ⁴	momento d'inerzia sezione reagente
S	=	0	0	0	0	mm ³	momento statico sezione reagente
σ_c	=	-1.98	-0.21	-2.59	-0.19	MPa	tensione calcestruzzo
σ_s	=	107.29	26.81	140.30	24.13	MPa	tensione massima acciaio

VERIFICA A FESSURAZIONE

sezione tesa

M_{fess}	=	3056.7	2932.8	3056.7	2932.8	kNm	momento di fessurazione
$FS=M_{fess}/M_{Sd}$	=	2.4	29.3	1.8	32.6		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}	40	40	40	40	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	33.20	33.20	33.20	33.20	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f_{cm}	41.20	41.20	41.20	41.20	MPa	resistenza cilindrica media
f_{ctm}	3.10	3.10	3.10	3.10	MPa	resistenza media a trazione semplice
f_{ctk}	2.17	2.17	2.17	2.17	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice
f_{ctm}	3.72	3.72	3.72	3.72	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}	18.81	18.81	18.81	18.81	MPa	resistenza di calcolo a compressione
f_{ctd}	1.45	1.45	1.45	1.45	MPa	resistenza di calcolo a trazione
E_c	33643	33643	33643	33643	MPa	modulo di Young
Acciaio						
E_s	206000	206000	206000	206000	MPa	modulo di Young acciaio
γ_s	1.15	1.15	1.15	1.15		coefficiente parziale acciaio
f_{yk}	450.0	450.0	450.0	450.0	MPa	tensione caratteristica di snervamento acciaio
f_{yd}	391.3	391.3	391.3	391.3	MPa	tensione di snervamento di calcolo dell'acciaio
n	15	15	15	15		coefficiente di omogeneizzazione

GEOMETRIA SEZIONE

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

ARMATURA

numero barre

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

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II	
	Relazione di Calcolo Pile	
	Pagina 84 di 92	
	Nome file: V113-C-CL005-C00_relazione_calcolo_pile_dx.doc	

diametro barre						
Ø1	=	20	26	20	26	mm diametro barre strato 1
Ø2	=					mm diametro barra strato 2
Ø3	=					mm diametro barra strato 3
Ø4	=					mm diametro barra strato 4
Ø5	=					mm diametro barra strato 5
Ø6	=					mm diametro barra strato 6
Ø7	=					mm diametro barra strato 7
Ø8	=	26	20	26	20	mm diametro barra strato 8
ordinate barre						
y1	=	2450	2450	2450	2450	mm ordinata barre strato 1
y2	=					mm ordinata barre strato 2
y3	=					mm ordinata barre strato 3
y4	=					mm ordinata barre strato 4
y5	=					mm ordinata barre strato 5
y6	=					mm ordinata barre strato 6
y7	=					mm ordinata barre strato 7
y8	=	50	50	50	50	mm ordinata barre strato 8
area barre						
A _{s1}	=	1571	5309	1571	5309	mm ² area barre strato 1
A _{s2}	=	0	0	0	0	mm ² area barre strato 2
A _{s3}	=	0	0	0	0	mm ² area barre strato 3
A _{s4}	=	0	0	0	0	mm ² area barre strato 4
A _{s5}	=	0	0	0	0	mm ² area barre strato 5
A _{s6}	=	0	0	0	0	mm ² area barre strato 6
A _{s7}	=	0	0	0	0	mm ² area barre strato 7
A _{s8}	=	5309	1571	5309	1571	mm ² area barre strato 8
SOLLECITAZIONI		M11+	M11-	M22+	M22-	da sap
M	=	1070	80	1270	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	=	531.8	263.0	531.8	263.0	mm asse neutro (distanza da lembo compresso)
Y _n	=	1968	2237	1968	2237	mm ordinata asse neutro
A	=	635012	366153	635012	366153	mm ² area sezione reagente
J	=	348634847372	122373025604	348634847372	122373025604	mm ⁴ momento d'inerzia sezione reagente
S	=	0	0	0	0	mm ³ momento statico sezione reagente
σ _c	=	-1.63	-0.17	-1.94	-0.21	MPa tensione calcestruzzo
σ _s	=	88.31	21.45	104.81	26.81	MPa tensione massima acciaio
VERIFICA A FESSURAZIONE						
sezione tesa						
M _{fess}	=	3056.7	2932.8	3056.7	2932.8	kNm momento di fessurazione
FS=M _{fess} /M _{Sd}	=	2.9	36.7	2.4	29.3	check ok se >1

Tutte le verifiche risultano soddisfatte, infatti il momento di fessurazione è sempre maggiore del momento agente.

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 85 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_relazione_calcolo_pile_dx.doc

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	1780	100
SLE-QP	1270	100

Momento longitudinale M11=Mx

Comb	inf	sup
SLE-R	1310	70
SLE-QP	1070	80

		comb. Rara	comb. Rara	comb. Rara	comb. Rara	
		Momento longitudinale M11=Mx		Momento trasversale M22=My		
MATERIALI		inf	sup	inf	sup	
Calcestruzzo						
R_{ck}	=	40	40	40	40	MPa resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	33.20	33.20	33.20	33.20	MPa resistenza caratteristica cilindrica
f_{cm}	=	41.20	41.20	41.20	41.20	MPa resistenza cilindrica media
f_{ctm}	=	3.10	3.10	3.10	3.10	MPa resistenza media a trazione semplice
f_{ctk}	=	2.17	2.17	2.17	2.17	MPa resistenza caratteristica a trazione semplice
f_{ctm}	=	3.72	3.72	3.72	3.72	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}	=	18.81	18.81	18.81	18.81	MPa resistenza di calcolo a compressione
f_{ctd}	=	1.45	1.45	1.45	1.45	MPa resistenza di calcolo a trazione
E_c	=	33643	33643	33643	33643	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

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II	
	Relazione di Calcolo Pile	
	Pagina 86 di 92	
	Nome file: V113-C-CL005-C00_relazione_calcolo_pile_dx.doc	

n2	=						numero barre strato 2
n3	=						numero barre strato 3
n4	=						numero barre strato 4
n5	=						numero barre strato 5
n6	=						numero barre strato 6
n7	=						numero barre strato 7
n8 (inferiore)	=	10	5	10	5		numero barre strato 8
diametro barre							
Ø1	=	20	26	20	26	mm	diametro barre strato 1
Ø2	=					mm	diametro barra strato 2
Ø3	=					mm	diametro barra strato 3
Ø4	=					mm	diametro barra strato 4
Ø5	=					mm	diametro barra strato 5
Ø6	=					mm	diametro barra strato 6
Ø7	=					mm	diametro barra strato 7
Ø8	=	26	20	26	20	mm	diametro barra strato 8
ordinate barre							
y1	=	2450	2450	2450	2450	mm	ordinata barre strato 1
y2	=					mm	ordinata barre strato 2
y3	=					mm	ordinata barre strato 3
y4	=					mm	ordinata barre strato 4
y5	=					mm	ordinata barre strato 5
y6	=					mm	ordinata barre strato 6
y7	=					mm	ordinata barre strato 7
y8	=	50	50	50	50	mm	ordinata barre strato 8
area barre							
A _{s1}	=	1571	5309	1571	5309	mm ²	area barre strato 1
A _{s2}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 2
A _{s3}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 3
A _{s4}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 4
A _{s5}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 5
A _{s6}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 6
A _{s7}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 7
A _{s8}	=	5309	1571	5309	1571	mm ²	area barre strato 8
SOLLECITAZIONI							
		M11+	M11-	M22+	M22-		da sap
M	=	1310	70	1780	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	=	531.8	263.0	531.8	263.0	mm	asse neutro (distanza da lembo compresso)
Y _n	=	1968	2237	1968	2237	mm	ordinata asse neutro
A	=	635012	366153	635012	366153	mm ²	area sezione reagente
J	=	348634847372	122373025604	348634847372	122373025604	mm ⁴	momento d'inerzia sezione reagente
S	=	0	0	0	0	mm ³	momento statico sezione reagente
Verifica tensione massima di compressione del calcestruzzo nelle condizioni di esercizio							
σ _c	=	-2.00	-0.15	-2.72	-0.21	MPa	tensione calcestruzzo
σ _{c,max}	=	-19.92	-19.92	-19.92	-19.92	MPa	massima tensione del cls da normativa
FS		9.97	132.43	7.34	92.70		check ok se >1

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19 S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE" AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001 Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19 Progetto Esecutivo	Opera: Viadotto Arenella II
	Relazione di Calcolo Pile
	Pagina 87 di 92
	Nome file: V113-C-CL005-C00_relazione_calcolo_pile_dx.doc

Verifica tensione massima dell'acciaio in condizioni di esercizio

σ_s	=	108.11	18.77	146.90	26.81	MPa	tensione massima acciaio
$\sigma_{s,max}$	=	360.00	360.00	360.00	360.00	MPa	massima tensione dell'acciaio normativa
FS		3.33	19.18	2.45	13.43		check ok se >1
		comb.	comb.	comb.	comb.		
		Quasi Perm.	Quasi Perm.	Quasi Perm.	Quasi Perm.		
		Momento longitudinale M11=MX		Momento trasversale M22=My			
MATERIALI		inf	sup	inf	sup		
Calcestruzzo							
R_{ck}	=	40	40	40	40	MPa	resistenza caratteristica cubica
f_{ck}	=	33.20	33.20	33.20	33.20	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
f_{cm}	=	41.20	41.20	41.20	41.20	MPa	resistenza cilindrica media
f_{ctm}	=	3.10	3.10	3.10	3.10	MPa	resistenza media a trazione semplice
f_{ctk}	=	2.17	2.17	2.17	2.17	MPa	resistenza caratteristica a trazione semplice
f_{ctm}	=	3.72	3.72	3.72	3.72	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}	=	18.81	18.81	18.81	18.81	MPa	resistenza di calcolo a compressione
f_{ctd}	=	1.45	1.45	1.45	1.45	MPa	resistenza di calcolo a trazione
E_c	=	33643	33643	33643	33643	MPa	modulo di Young
Acciaio							
E_s	=	206000	206000	206000	206000	MPa	modulo di Young acciaio
γ_s	=	1.15	1.15	1.15	1.15		coefficiente parziale acciaio
f_{yk}	=	450.0	450.0	450.0	450.0	MPa	tensione caratteristica di snervamento acciaio
f_{yd}	=	391.3	391.3	391.3	391.3	MPa	tensione di snervamento di calcolo dell'acciaio
n	=	15	15	15	15		coefficiente di omogeneizzazione
GEOMETRIA SEZIONE							
B	=	1000	1000	1000	1000	mm	larghezza
H	=	2500	2500	2500	2500	mm	altezza
c'	=	50	50	50	50	mm	copriferro
ARMATURA							
numero barre							
n1 (superiore)	=	5	10	5	10		numero barre strato 1
n2	=						numero barre strato 2
n3	=						numero barre strato 3
n4	=						numero barre strato 4
n5	=						numero barre strato 5
n6	=						numero barre strato 6
n7	=						numero barre strato 7
n8 (inferiore)	=	10	5	10	5		numero barre strato 8
diametro barre							
$\varnothing 1$	=	20	26	20	26	mm	diametro barre strato 1
$\varnothing 2$	=					mm	diametro barra strato 2
$\varnothing 3$	=					mm	diametro barra strato 3
$\varnothing 4$	=					mm	diametro barra strato 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: Viadotto Arenella II	
	Relazione di Calcolo Pile	
	Pagina 88 di 92	
	Nome file: V113-C-CL005-C00_relazione_calcolo_pile_dx.doc	

Ø5	=					mm	diametro barra strato 5
Ø6	=					mm	diametro barra strato 6
Ø7	=					mm	diametro barra strato 7
Ø8	=	26	20	26	20	mm	diametro barra strato 8
ordinate barre							
y1	=	2450	2450	2450	2450	mm	ordinata barre strato 1
y2	=					mm	ordinata barre strato 2
y3	=					mm	ordinata barre strato 3
y4	=					mm	ordinata barre strato 4
y5	=					mm	ordinata barre strato 5
y6	=					mm	ordinata barre strato 6
y7	=					mm	ordinata barre strato 7
y8	=	50	50	50	50	mm	ordinata barre strato 8
area barre							
A _{s1}	=	1571	5309	1571	5309	mm ²	area barre strato 1
A _{s2}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 2
A _{s3}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 3
A _{s4}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 4
A _{s5}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 5
A _{s6}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 6
A _{s7}	=	0	0	0	0	mm ²	area barre strato 7
A _{s8}	=	5309	1571	5309	1571	mm ²	area barre strato 8
SOLLECITAZIONI		M11+	M11-	M22+	M22-		da sap
M	=	1070	80	1270	100	kNm	momento flettente (sempre >0 tende le fibre inferiori)
N	=	0	0	0	0	kN	sfuerzo normale (>0 compressione)
VERIFICA TENSIONI NEI MATERIALI							
cs	=	1	1	1	1		
cs	=	flessione semplice	flessione semplice	flessione semplice	flessione semplice		
an	=	531.8	263.0	531.8	263.0	mm	asse neutro (distanza da lembo compresso)
Y _n	=	1968	2237	1968	2237	mm	ordinata asse neutro
A	=	635012	366153	635012	366153	mm ²	area sezione reagente
J	=	348634847372	122373025604	348634847372	122373025604	mm ⁴	momento d'inerzia sezione reagente
S	=	0	0	0	0	mm ³	momento statico sezione reagente
Verifica tensione massima di compressione del calcestruzzo nelle condizioni di esercizio							
σ _c	=	-1.63	-0.17	-1.94	-0.21	MPa	tensione calcestruzzo
σ _{c,max}	=	-14.94	-14.94	-14.94	-14.94	MPa	massima tensione del cls da normativa
FS		9.15	86.91	7.71	69.53		check ok se >1