

Commissario:



Contraente:



Progettista:



Project & Construction Management &  
Quality Assurance: Rina Consulting SpA



## VIADOTTO POLCEVERA

### PROGETTO ESECUTIVO di 2° LIVELLO



### RELAZIONE GEOTECNICA E DI CALCOLO FONDAZIONE – PLINTO P4



Contraente	Project & Construction Management & Quality Assurance	Direttore Lavori
Data: _____	Data: _____	Data: _____

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA/DISCIPLINA	PROGR	REV
N G 1 2	0 0	E	0 9	C L	V I 0 1 0 2	C 0 4	B

PROGETTAZIONE								IL PROGETTISTA
Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	A. Vittozzi
A	Emissione esecutiva di 2° livello	F. Bianchi	15/04/2019	L. Utzeri	15/04/2019	A. Perego	15/04/2019	
B	Rimissione per modifica dimensioni pile	F. Bianchi	Giugno 2019	L. Utzeri	Giugno 2019	A. Perego	Giugno 2019	
C								
								Data Giugno 2019

File: NG1200E09CLV10102C04B.docx

Contraente 		Progettista 			
Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B		Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0102 C04	Rev. B
Foglio 2 di 79					
<b>INDICE</b>					
1	PREMESSA.....				5
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO, NORMATIVA E SOFTWARE .....				5
2.1	DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO.....				5
2.2	NORMATIVA E STANDARD DI RIFERIMENTO .....				5
2.3	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....				5
2.4	SOFTWARE.....				6
3	MATERIALI .....				7
3.1	ACCIAIO.....				7
3.1.1	Acciaio per armatura strutture in c.a. ....				7
3.2	CALCESTRUZZO .....				7
3.2.1	Calcestruzzo magro per getti di livellamento .....				7
3.2.2	Calcestruzzo pali .....				7
4	SISMICITA' .....				8
5	DESCRIZIONE DELLE FONDAZIONI E STRATIGRAFIA DI RIFERIMENTO .....				9
5.1	DESCRIZIONE DEL SISTEMA FONDALE .....				9
5.2	STRATIGRAFIA DI RIFERIMENTO.....				10
6	CRITERI DI VERIFICA .....				10
7	SCARICHI IN FONDAZIONE.....				11
7.1	SCARICHI ALLA BASE DELLA PILA .....				11
7.1.1	Combinazioni delle azioni agli stati limite ultimi sismici (SLV).....				11
7.1.2	Combinazioni delle azioni agli stati limite ultimi statici (SLU).....				12
7.1.3	Combinazioni delle azioni agli stati limite di esercizio (SLE).....				12
7.2	SCARICHI A INTRADOSSO PLINTO .....				13
7.2.1	Combinazioni delle azioni agli stati limite ultimi sismici (SLV).....				13
7.2.2	Combinazioni delle azioni agli stati limite ultimi statici (SLU).....				16
7.2.3	Combinazioni delle azioni agli stati limite di esercizio (SLE).....				17
8	ANALISI DELL'INTERAZIONE FONDAZIONE-TERRENO .....				20

Contraente 		Progettista 				
Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B		Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0102 C04	Rev. B	Foglio 3 di 79
8.1	DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO GROUP.....					20
8.2	SINTESI DEI RISULTATI AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO SLE (CARATTERISTICA).....					28
8.2.1	<i>Spostamenti SLE</i> .....					31
8.3	SINTESI DEI RISULTATI AGLI STATI LIMITE ULTIMI STATICI (SLU) .....					32
8.3.1	<i>Spostamenti SLU</i> .....					34
8.4	SINTESI DEI RISULTATI RELATIVI AGLI STATI LIMITE ULTIMI SISMICI (SLV) .....					35
8.4.1	<i>Spostamenti SLV</i> .....					37
9	VERIFICA AGLI SLU DI TIPO GEOTECNICO.....					39
9.1	VERIFICA DI CAPACITÀ PORTANTE VERTICALE DEL PALO SINGOLO .....					39
9.2	VERIFICA DI CAPACITÀ PORTANTE VERTICALE GRUPPO DI PALI .....					40
9.3	VERIFICA DI CAPACITÀ PORTANTE ORIZZONTALE DEL GRUPPO DI PALI.....					42
10	VERIFICA DEI PALI AGLI SLU E SLE DI TIPO STRUTTURALE.....					44
10.1	VERIFICA ALLO SLU IN CONDIZIONI STATICHE A PRESSO-TENSO FLESSIONE .....					44
10.2	VERIFICA ALLO SLU IN CONDIZIONI STATICHE A TAGLIO .....					45
10.3	VERIFICA ALLO SLU IN CONDIZIONI SISMICHE A PRESSO-TENSO FLESSIONE.....					46
10.4	VERIFICA ALLO SLU IN CONDIZIONI SISMICHE A TAGLIO.....					47
10.5	VERIFICHE AGLI SLE DI TIPO STR.....					47
10.5.1	<i>Verifica di apertura delle fessure</i> .....					47
10.5.2	<i>Verifica tensionale</i> .....					48
11	TABULATI DI INPUT MODELLI GROUP .....					50
11.1	TABULATI DI INPUT MODELLI SLU, COMBINAZIONI STATICHE .....					50
11.2	TABULATI DI INPUT MODELLI SLU, COMBINAZIONI SISMICHE .....					55
11.3	TABULATI DI INPUT MODELLI SLE.....					60
12	TABULATI VERIFICHE STRUTTURALI.....					70
12.1	VERIFICHE SLU COMBINAZIONI STATICHE .....					70
12.2	PILA P9. VERIFICHE SLU COMBINAZIONI SISMICHE .....					72
12.3	VERIFICHE SLE .....					74
12.3.1	<i>SLE combinazione Rara</i> .....					74

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B

Progetto  
NG12



Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C04

Rev.  
B

Foglio  
4 di 79

12.3.2	SLE combinazione frequente .....	76
12.3.3	SLE combinazione quasi permanente .....	78

Contraente		Progettista				
						
Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B		Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0102 C04	Rev. B	Foglio 5 di 79

## 1 PREMESSA

La presente relazione riporta le verifiche geotecniche e strutturali dei pali della pila P4 del viadotto Polcevera.

Il presente documento sostituisce la precedente revisione, i cui contenuti vengono aggiornati a seguito della modifica delle dimensioni delle pile dell'impalcato principale e della rampa che sono state fissate – anche dopo confronto ed approvazione della Direzione Artistica – in 4.0m\*9.5m per tutte le 18 pile dell'impalcato principale e di 2.5m\*5.0m per le 3 pile della rampa.

## 2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO, NORMATIVA E SOFTWARE

### 2.1 Documentazione di riferimento

- Rif. [1] NG12 00 E 09 F6 VI0000 C01 – “Profilo Geotecnico”
- Rif. [2] NG12 00 E 09 F6 VI0000 C02 – “Profilo geotecnico ramo di svincolo”
- Rif. [3] NG12 00 E 09 BZ VI0102 C04 – “Armatura palo Pila P4”
- Rif. [4] NG12 00 E 09 BZ VI0103 C07 – “Armatura plinto Pila P4 - Tav. 1”
- Rif. [5] NG12 00 E 09 BZ VI0103 C08 – “Armatura plinto Pila P4 - Tav. 2”
- Rif. [6] NG12 00 E 09 BZ VI0103 C22 – “Armatura plinto Pila P4 - Tav. 3”
- Rif. [7] NG12 00 E 09 BA VI0003 C01 – “Carpenteria fondazioni - Tav. 1”
- Rif. [8] NG12 00 E 09 GE VI0000 C01 - “Relazione Geotecnica Generale”
- Rif. [9] NG12 00 E 09 RH VI0000 C02 - “Criteri di caratterizzazione sismica e risposta sismica locale”
- Rif. [10] NG12 00 E 09 GE VI0002 C01 - “Relazione Criteri di Progettazione geotecnica”
- Rif. [11] NG12 00 E 09 GE VI0002 C02 - “Relazione geotecnica fondazioni”
- Rif. [12] NG12 00 E 09 CL VI0103 C05 – “Relazione di calcolo strutturale plinto - Pila P4”
- Rif. [13] NG12 00 E 09 TT VI0000 C02 – “Tabella materiali sottostrutture e opere fondali”

### 2.2 Normativa e Standard di Riferimento

- Rif. [14] Decreto Ministeriale del 17/01/2018: “Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni” (GU n.42 del 20-02-2018 - Suppl. Ordinario n. 8)
- Rif. [15] UNI EN 1992-1-1:2004 “Eurocodice 2: Design of concrete structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings” e relativa appendice nazionale italiana
- Rif. [16] UNI EN 1997-1: Eurocodice 7 - Progettazione Geotecnica - Parte 1: Regole generali.
- Rif. [17] UNI EN 1998-5: Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.
- Rif. [18] UNI EN 206:2016 – Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità.
- Rif. [19] UNI 11104: 2016 – Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Specificazioni complementari per l'applicazione della EN 206.

### 2.3 Riferimenti bibliografici

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C04

Rev.  
B

Foglio  
6 di 79

Rif. [20] Mandolini, A., Russo, G., Viggiani, C. (2005). "Piled foundations: Experimental investigations, analysis and design." State-of-the-Art Rep. Proc., 16th ICSMGE, Osaka, Japan, Vol. 1, 177–213

## 2.4 Software

Rif. [21] Group, Ensoft Inc, versione 2016, release n.10

Rif. [22] GeoStru, RC-SEC 2018, Calcolo di sezioni in Cemento Armato

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C04

Rev.  
B

Foglio  
7 di 79

### 3 MATERIALI

Il progetto strutturale prevede l'uso dei materiali con le caratteristiche meccaniche minime riportate nei paragrafi seguenti.

#### 3.1 Acciaio

##### 3.1.1 Acciaio per armatura strutture in c.a.

Barre ad aderenza migliorata, saldabile, tipo B450C dotato delle seguenti caratteristiche meccaniche:

- tensione caratteristica di rottura:  $f_{tk} \geq 540 \text{ MPa}$
- tensione caratteristica di snervamento:  $f_{yk} \geq 450 \text{ MPa}$
- allungamento caratteristico:  $\geq 7.5 \%$
- rapporto tensione di rottura/ tensione di snervamento:  $1.15 \leq f_{tk}/f_{yk} < 1.35$

#### 3.2 Calcestruzzo

##### 3.2.1 Calcestruzzo magro per getti di livellamento

Classe di resistenza: C12/15  
classe di esposizione: X0

##### 3.2.2 Calcestruzzo pali

Classe di resistenza: C30/37  
classe di consistenza: S4-S5  
classe di esposizione: XC2+XA1  
dimensione massima dell'inerte:  $D_{max} = 32 \text{ mm}$   
copriferro minimo:  $c_{f,min} \geq 75 \text{ mm}$

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C04

Rev.  
B

Foglio  
8 di 79

#### 4 SISMICITA'

L'azione sismica è valutata in accordo alle NTC2018 di cui al Rif. [14] (per maggiori dettagli si rimanda alla relazione sismica di cui al Rif. [9]):

- vita nominale:  $V_N = 100$  anni
- classe d'uso: IV
- coefficiente d'uso:  $C_U = 2$
- periodo di riferimento per l'azione sismica:  $V_R = V_N \times C_U$
- Coordinate geografiche di riferimento: ED50 dell'opera

Dall'analisi di risposta sismica locale (vedasi Rif. [9]) l'accelerazione massima orizzontale e verticale in superficie, comprensiva degli effetti stratigrafici e topografici, risulta rispettivamente pari a:

- $a_{\max,H} = 0.158g$ ;
- $a_{\max,V} = 0.117g$

Ai fini del dimensionamento delle strutture di fondazione l'azione sismica dovuta alle forze di inerzia dovute al sisma sono applicate come forze statiche equivalenti proporzionali al peso dei plinti e del terreno imbarcato:

- $F_h = a_{\max,H} \cdot W$ ;
- $F_v = a_{\max,V} \cdot W$ .



Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C04

Rev.  
B

Foglio  
9 di 79

## 5 DESCRIZIONE DELLE FONDAZIONI E STRATIGRAFIA DI RIFERIMENTO

### 5.1 Descrizione del sistema fondale

La fondazione è un plinto a 11 pali trivellati di diametro  $\phi=1500$  mm, lunghezza 50.0 m e interasse 4.50 m; le dimensioni del plinto di fondazione sono 10.80x16.5x2.5 m (Figura 5-1).

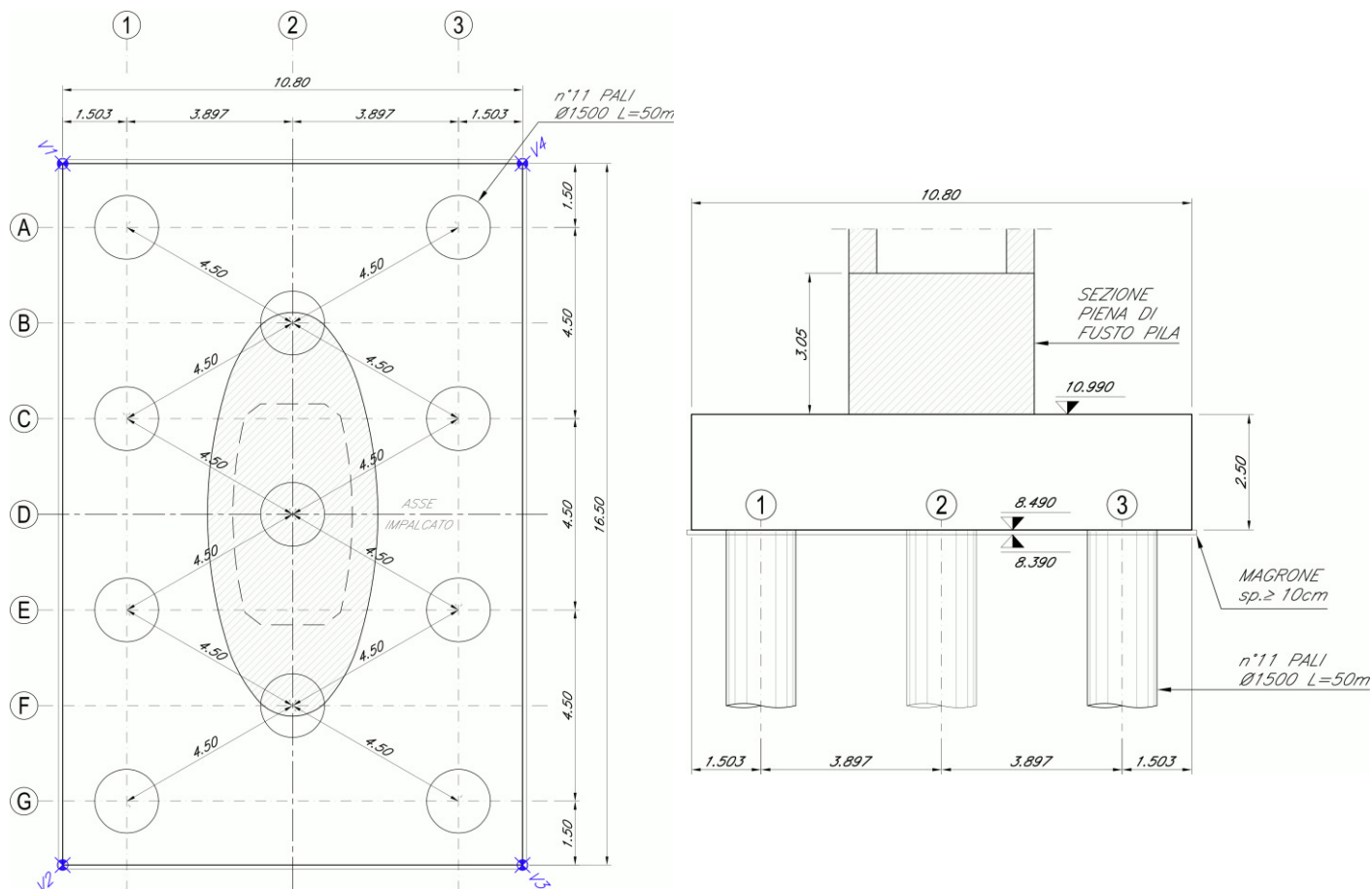




Figura 5-1 – Geometria di riferimento per il plinto su pali.

Contraente 	Progettista 
Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B	Progetto NG12 Lotto 00 Codifica Documento E 09 CL VI0102 C04 Rev. B Foglio 10 di 79

## 5.2 Stratigrafia di riferimento

In accordo alla caratterizzazione geotecnica di cui al documento in Rif. [8] i parametri geotecnici di riferimento sono riportati nella seguente tabella. Nei modelli group la falda è stata considerata a testa palo e il terreno a quota estradosso plinto la cui quota assoluta è 11.0 m.

Unità di rif.	Descrizione	Quota assoluta (m)	Profondità da intradosso plinto (m)
R	Riporto	9.6	-1.2
COL1	Coltre eluvio-colluviale	1.9	6.7
DAL	Depositi alluvionali fini	0.0	8.5
DG	Depositi alluvionali grossolani	-9.9	18.5
DAL	Depositi alluvionali fini	-19.6	28.2
DG	Depositi alluvionali grossolani	-30.9	39.5
ARGalt	Argilliti alterate	-33.4	42.0
ARG	Argilliti	< -33.4	> 42.0

**Tabella 5-1 – Stratigrafia**

Unità	$\gamma$ [kN/mc]	$\varphi'$ [°]	$c_u$ [kPa]	$\sigma_{ci}$ [kPa]	$E_i$ [kPa]	mb	s	a	$E_{press}$ [kPa]	RQD
R	19	32								
COL1	19		40							
DAL	19		50							
DG	21	30								
DAL	19		65							
DG	21	30								
ARGalt	26.5			2 000	900 000	0.1540	1.560E-05	0.5530	138 000	15
ARG	27	32		5 500	3 410 000	0.4530	2.000E-04	0.5160	400 000	50

**Tabella 5-2 –Parametri geotecnici di riferimento.**

## 6 CRITERI DI VERIFICA

Per ogni stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d,$$

dove  $E_d$  è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione e  $R_d$  è il valore di progetto della resistenza.

Le verifiche sono sviluppate secondo l'approccio 2:

$$A1+M1+R3,$$

in cui è previsto un'unica combinazione di gruppi di coefficienti, da adottare sia nelle verifiche strutturali (STR) sia nelle verifiche geotecniche (GEO).

Per maggiori dettagli sui criteri di calcolo e verifica si rimanda alla relazione Rif. [10]. Per le verifiche a fessurazione si ricorda che sono svolte per condizioni ambientali aggressive e armature poco sensibili (vedasi § 9.4.1 di Rif. [10]).

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C04

Rev.  
B

Foglio  
11 di 79

## 7 SCARICHI IN FONDAZIONE

Nel seguito a partire dagli scarichi a base pila derivanti dall'analisi strutturale complessiva del viadotto, si valutano le azioni ad intradosso plinto aggiungendo le azioni permanenti dovute al peso proprio del plinto e al terreno imbarcato e le azioni inerziali sul terreno imbarcato e plinto.

Gli scarichi dovuti alla struttura in elevazione sono riferiti alla terna di assi 1-2-3 di Figura 7-1a. Per l'analisi del plinto di fondazione le azioni sono riportate ad intradosso plinto e, per l'utilizzo nell'ambito del software Group (vedasi § 8) riferite agli assi x-y-z; la corrispondenza fra i due sistemi di riferimento è indicata in Figura 7-1b.

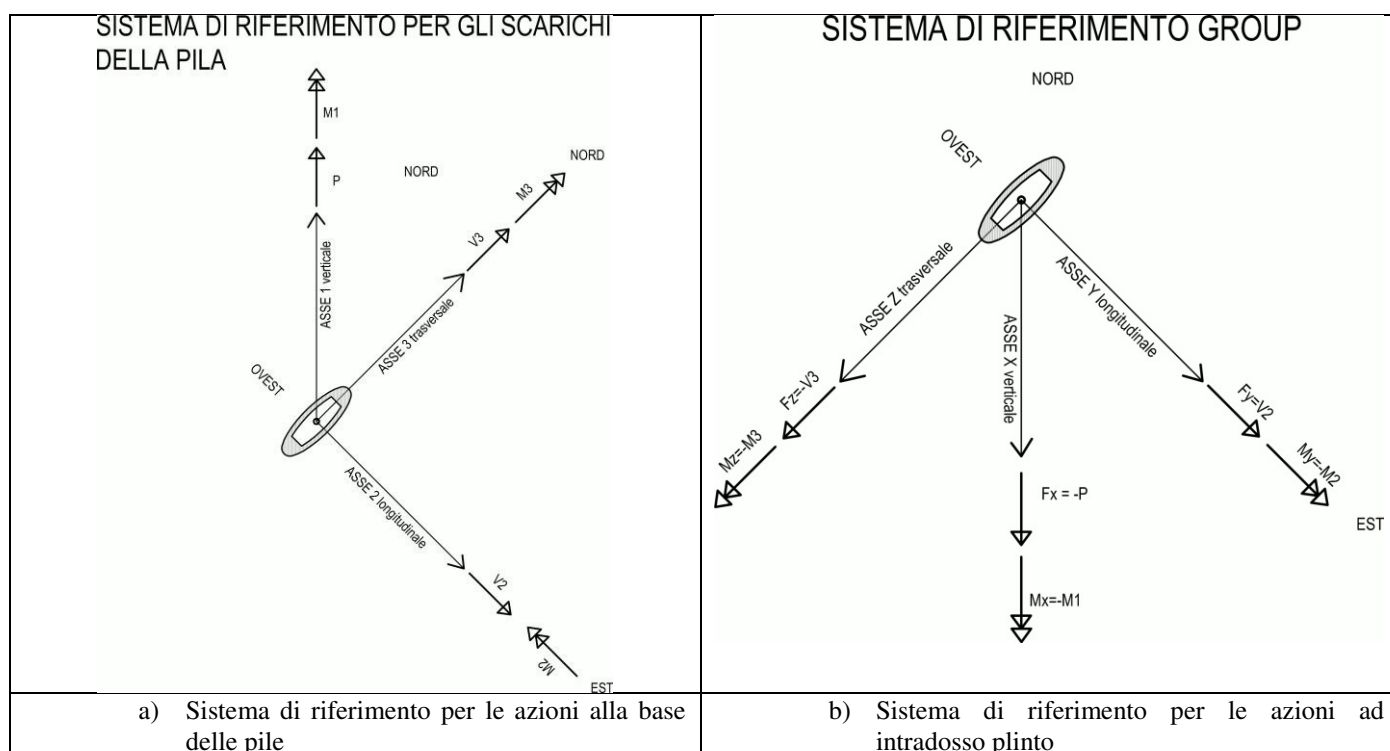


Figura 7-1 – Assi di riferimento per gli scarichi in fondazione.

### 7.1 Scarichi alla base della pila

Di seguito si riportano gli scarichi alla base della pila per le combinazioni di carico sismiche (SLV), statiche (SLU) e di esercizio (SLE).

#### 7.1.1 Combinazioni delle azioni agli stati limite ultimi sismici (SLV)

Nella tabella seguente si riportano gli scarichi per gli stati limite ultimi (SLV) connessi all'azione sismica e valutati considerando per la struttura in elevazione un fattore di struttura  $q=1$ .

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C04

Rev.  
B

Foglio  
12 di 79

COMBINAZIONE DI CALCOLO	$F_x$	$F_y$	$M_z$	$F_z$	$M_y$	$M_x$
	$kN$	$kN$	$kN$	$kNm$	$kNm$	$kNm$
P4-V2max-SIS.TH.1- v.16bmu3	43 303	2 805	-63 199	-447	-3 908	58
P4-V2min-SIS.TH.1- v.16bmu3	41 111	-2 441	64 743	166	1 867	-52
P4-M3max-SIS.TH.1- v.16bmu3	43 419	2 164	-84 276	-409	-11 174	54
P4-M3min-SIS.TH.1- v.16bmu3	41 563	-2 091	76 809	-60	-2 217	-42
P4-V3max-SIS.TH.1- v.16bmu3	43 236	-823	40 312	-2 857	-67 145	-34
P4-V3min-SIS.TH.1- v.16bmu3	39 852	572	-37 218	2 763	64 144	30
P4-M2max-SIS.TH.1- v.16bmu3	43 108	-801	33 723	-2 592	-77 886	-22
P4-M2min-SIS.TH.1- v.16bmu3	41 219	624	-33 710	2 571	74 869	20
P4-Tmax-SIS.TH.1- v.16bmu3	42 170	-1 202	39 070	-45	-1 433	-89
P4-Tmin-SIS.TH.1- v.16bmu3	42 979	1 025	-39 157	-1 023	-23 538	100
P4-Pmax-SIS.TH.1- v.16bmu3	35 511	556	-26 186	560	21 498	26
P4-Pmin-SIS.TH.1- v.16bmu3	48 327	-641	33 921	-981	-27 340	-28

**Tabella 7-1 – Combinazioni sismiche SLV: azioni agenti a base pila.**

### 7.1.2 Combinazioni delle azioni agli stati limite ultimi statici (SLU)


Nella tabella seguente si riportano gli scarichi per gli stati limite ultimi statici (SLU).

COMBINAZIONE DI CALCOLO	$F_x$	$F_y$	$M_z$	$F_z$	$M_y$	$M_x$
	$kN$	$kN$	$kN$	$kNm$	$kNm$	$kNm$
P4-V2max-SLUstr.13- v.16bmu3	42 768	2 764	-99 770	292	9 448	94
P4-V2min-SLUstr.6- v.16bmu3	58 460	-2 764	100 355	-363	-10 921	-94
P4-M3max-SLUstr.13- v.16bmu3	42 768	2 740	-100 747	292	9 448	94
P4-M3min-SLUstr.6- v.16bmu3	58 460	-2 738	101 357	-363	-10 921	-94
P4-V3max-SLUstr.5- v.16bmu3	56 836	-1 353	54 626	-3 134	-107 341	-57
P4-V3min-SLUstr.12- v.16bmu3	36 314	1 364	-54 504	3 077	117 375	55
P4-M2max-SLUstr.5- v.16bmu3	56 846	-1 352	54 491	-2 503	-132 388	-56
P4-M2min-SLUstr.12- v.16bmu3	37 363	1 362	-54 502	2 393	142 465	54
P4-Tmax-SLUstr.13- v.16bmu3	41 791	-2 726	99 326	-332	-10 368	-100
P4-Tmin-SLUstr.6- v.16bmu3	58 460	2 740	-100 471	291	9 397	101
P4-Pmax-SLUstr.12- v.16bmu3	35 739	1 363	-54 445	2 444	121 890	54
P4-Pmin-SLUstr.1- v.16bmu3	68 009	-880	45 868	-254	-13 245	-52

**Tabella 7-2 – Combinazioni statiche SLU: azioni agenti a base pila.**

### 7.1.3 Combinazioni delle azioni agli stati limite di esercizio (SLE)

Nella tabella seguente si riportano gli scarichi per le combinazioni caratteristiche impiegate per gli stati limite di esercizio (SLE).

Contraente 	Progettista 
Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B	Progetto NG12 Lotto 00 Codifica Documento E 09 CL VI0102 C04 Rev. B Foglio 13 di 79

COMBINAZIONE DI CALCOLO	$F_x$	$F_y$	$M_z$	$F_z$	$M_y$	$M_x$
	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
P4-V2max-SLEqp.1- v.16bmu3	42 592	766	-30 626	78	2 439	31
P4-V2min-SLEqp.1- v.16bmu3	42 593	-764	30 573	-136	-3 899	-31
P4-M3max-SLEqp.1- v.16bmu3	42 592	766	-30 626	78	2 439	31
P4-M3min-SLEqp.1- v.16bmu3	42 593	-764	30 573	-136	-3 899	-31
P4-V3max-SLEqp.1- v.16bmu3	42 593	-743	29 729	-153	-4 632	-30
P4-V3min-SLEqp.1- v.16bmu3	40 496	753	-30 080	160	3 344	31
P4-M2max-SLEqp.1- v.16bmu3	42 598	-742	29 671	-148	-7 144	-30
P4-M2min-SLEqp.1- v.16bmu3	41 373	751	-30 043	113	5 927	30
P4-Tmax-SLEqp.1- v.16bmu3	41 778	-755	30 171	-111	-3 703	-31
P4-Tmin-SLEqp.1- v.16bmu3	42 592	766	-30 626	78	2 439	31
P4-Pmax-SLEqp.1- v.16bmu3	40 491	752	-30 060	155	5 857	30
P4-Pmin-SLEqp.1- v.16bmu3	42 598	-742	29 709	-148	-7 146	-30
P4-V2max-SLEf.3- v.16bmu3	42 592	917	-36 659	101	3 169	37
P4-V2min-SLEf.3- v.16bmu3	42 593	-915	36 608	-159	-4 582	-37
P4-M3max-SLEf.3- v.16bmu3	42 592	917	-36 659	101	3 169	37
P4-M3min-SLEf.3- v.16bmu3	42 593	-915	36 608	-159	-4 582	-37
P4-V3max-SLEf.1- v.16bmu3	42 593	-743	29 740	-614	-4 688	-30
P4-V3min-SLEf.1- v.16bmu3	40 496	753	-30 090	622	3 395	31
P4-M2max-SLEf.1- v.16bmu3	42 598	-742	29 681	-148	-22 429	-30
P4-M2min-SLEf.2- v.16bmu3	40 847	753	-30 140	444	22 400	30
P4-Tmax-SLEf.3- v.16bmu3	41 778	-905	36 202	-135	-4 386	-37
P4-Tmin-SLEf.3- v.16bmu3	42 592	917	-36 659	101	3 169	37
P4-Pmax-SLEf.2- v.16bmu3	39 965	754	-30 155	486	22 326	30
P4-Pmin-SLEf.1- v.16bmu3	46 004	-742	29 785	-148	-7 212	-30
P4-V2max-SLEr.6- v.16bmu3	42 592	1 847	-66 629	187	6 004	63
P4-V2min-SLEr.6- v.16bmu3	42 592	-1 846	66 615	-246	-7 242	-63
P4-M3max-SLEr.6- v.16bmu3	42 592	1 829	-67 352	187	6 004	63
P4-M3min-SLEr.6- v.16bmu3	42 592	-1 827	67 357	-246	-7 242	-63
P4-V3max-SLEr.5- v.16bmu3	41 510	-900	36 086	-2 143	-71 635	-38
P4-V3min-SLEr.5- v.16bmu3	37 870	909	-36 367	2 106	78 138	36
P4-M2max-SLEr.5- v.16bmu3	41 516	-899	36 006	-1 676	-89 861	-37
P4-M2min-SLEr.5- v.16bmu3	38 745	907	-36 344	1 596	96 389	36
P4-Tmax-SLEr.6- v.16bmu3	41 778	-1 818	66 221	-221	-7 046	-67
P4-Tmin-SLEr.6- v.16bmu3	42 592	1 829	-66 691	187	6 018	68
P4-Pmax-SLEr.5- v.16bmu3	37 445	909	-36 332	1 638	81 150	36
P4-Pmin-SLEr.1- v.16bmu3	49 665	-584	30 185	-176	-8 894	-35

**Tabella 7-3 – Combinazioni di esercizio SLE: azioni agenti a base pila.**

## 7.2 Scarichi a intradosso plinto

### 7.2.1 Combinazioni delle azioni agli stati limite ultimi sismici (SLV)

Nella Tabella 7-6 si riportano gli scarichi per gli stati limite ultimi (SLV) connessi all'azione sismica ottenuti:

- aggiungendo il peso proprio del plinto e del terreno imbarcato (Tabella 7-5);
- aggiungendo la forza inerziale orizzontale del plinto e del terreno imbarcato adottando i coefficienti di combinazione indicati nella tabella seguente:

ID	Combinazione			Azione inerziale dir. X (asse -1) (sisma verticale)	Azione inerziale dir Y (asse 2) (sisma orizz. long.)	Azione inerziale dir. Z (asse -3) (sisma orizz. trasv.)
1	V2	max	SIS.TH.1	0.30	1.00	-0.30
2	V2	min	SIS.TH.1	-0.30	-1.00	0.30

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C04

Rev.  
B

Foglio  
14 di 79

3	M3	max	SIS.TH.1	0.30	1.00	-0.30
4	M3	min	SIS.TH.1	-0.30	-1.00	-0.30
5	V3	max	SIS.TH.1	0.30	-0.30	-1.00
6	V3	min	SIS.TH.1	-0.30	0.30	1.00
7	M2	max	SIS.TH.1	0.30	-0.30	-1.00
8	M2	min	SIS.TH.1	-0.30	0.30	1.00
9	T	max	SIS.TH.1	-0.30	-1.00	-0.30
10	T	min	SIS.TH.1	0.30	1.00	-0.30
11	P	max	SIS.TH.1	-1.00	0.30	0.30
12	P	min	SIS.TH.1	1.00	-0.30	-0.30

**Tabella 7-4 – Azioni inerziali di plinto e terreno imbarcato.**

**VIADOTTO**

**ID PILA**

**VERIFICA**

**TIPO DI APPROCCIO**

VI01

P04

SLV - SISMICO

APPROCCIO 2, A1+M1+R3

**DATI GEOMETRICI DEL PLINTO DI FONDAZIONE**

$L_y$	10.80 m	dimensione del plinto in direzione y
$L_z$	16.50 m	dimensione del plinto in direzione z
H	2.50 m	dimensione del plinto lungo x
z	1.00 m	altezza di ricoprimento del terreno al di sopra del plinto
$A_{pila}$	21.49 m <sup>2</sup>	area sezione trasversale della pila

**ANALISI DEI CARICHI**

**a) PLINTO DI FONDAZIONE - Carico verticale**

$\gamma_{cls}$	25.00 kN/m <sup>3</sup>	
PP	11 138 kN	peso proprio del plinto
$\gamma_{G1}$	1.00 -	coefficiente amplificativo
$PP_{sd,v}$	11 138 kN	valore azione di progetto

**b) PLINTO DI FONDAZIONE - Carichi inerziali**

$k_h \times \beta_m$	0.158 -	accelerazione orizzontale massima attesa al sito
$k_v \times \beta_m$	0.117 -	accelerazione verticale massima attesa al sito
$PP_{sd,h}$	1 763 kN	azione inerziale del plinto in direzione orizzontale
$b_v$	1.25 m	braccio della forza $PP_{sd,h}$ da intradosso plinto
$PP_{sd,v}$	1 304 kN	azione inerziale del plinto in direzione verticale

**c) RICOPRIMENTO TERRENO - Carico verticale**

$\gamma_{terreno\ ricoprimento}$	20.00 kN/m <sup>3</sup>	
ST	3 134 kN	sovraccarico terreno imbarcato
$\gamma_{G1}$	1.00 -	coefficiente amplificativo
$ST_{sd,v}$	3 134 kN	valore azione di progetto

**d) RICOPRIMENTO TERRENO - Carichi inerziali**

$k_h \times \beta_m$	0.158 -	accelerazione orizzontale massima attesa al sito
$k_v \times \beta_m$	0.117 -	accelerazione verticale massima attesa al sito
$ST_{sd,h}$	496 kN	azione inerziale del terreno di ricoprimento in direzione orizzontale
$b_v$	3.00 m	braccio della forza $ST_{sd,h}$ da intradosso plinto
$ST_{sd,v}$	367 kN	azione inerziale del terreno di ricoprimento in direzione verticale

**Tabella 7-5 - SLV-Determinazione delle azioni dovute al peso proprio del plinto e del terreno imbarcato**

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C04

Rev.  
B

Foglio  
15 di 79

ID	SISIMICO_SLV	$F_x$ kN	$F_y$ kN	$M_z$ kN	$F_z$ kNm	$M_y$ kNm	$M_x$ kNm
1	P4-V2max-SIS.TH.1- v.16bmu3	58 077	5 064	-73 901	-1 124	-6 132	59
2	P4-V2min-SIS.TH.1- v.16bmu3	54 882	-4 699	74 538	844	3 390	-52
3	P4-M3max-SIS.TH.1- v.16bmu3	58 192	4 423	-93 376	-1 086	-13 303	55
4	P4-M3min-SIS.TH.1- v.16bmu3	55 334	-4 349	85 727	-737	-3 473	-42
5	P4-V3max-SIS.TH.1- v.16bmu3	58 009	-1 500	43 477	-5 116	-77 979	-33
6	P4-V3min-SIS.TH.1- v.16bmu3	53 623	1 250	-39 755	5 022	74 744	30
7	P4-M2max-SIS.TH.1- v.16bmu3	57 882	-1 478	36 833	-4 850	-88 056	-21
8	P4-M2min-SIS.TH.1- v.16bmu3	54 990	1 302	-36 378	4 830	84 989	21
9	P4-Tmax-SIS.TH.1- v.16bmu3	55 941	-3 460	45 768	-722	-2 652	-88
10	P4-Tmin-SIS.TH.1- v.16bmu3	57 752	3 284	-45 410	-1 700	-27 203	100
11	P4-Pmax-SIS.TH.1- v.16bmu3	48 113	1 235	-28 684	1 238	24 006	27
12	P4-Pmin-SIS.TH.1- v.16bmu3	64 270	-1 318	36 632	-1 658	-30 898	-27

Tabella 7-6 - Combinazioni sismiche SLV: azioni agenti ad intradosso plinto.

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C04

Rev.  
B

Foglio  
16 di 79

## 7.2.2 Combinazioni delle azioni agli stati limite ultimi statici (SLU)

Nella Tabella 7-8 si riportano gli scarichi per gli stati limite ultimi statici (SLU) amplificati con i coefficienti parziali A1, ottenuti:

- aggiungendo il peso proprio del plinto e del terreno imbarcato (Tabella 7-7).

**VIADOTTO**

VI01

**ID PILA**

P04

**VERIFICA**

SLU - STATICO

**TIPO DI APPROCCIO**

APPROCCIO 2, A1+M1+R3

### DATI GEOMETRICI DEL PLINTO DI FONDAZIONE

$L_y$	10.80 m	dimensione del plinto in direzione longitudinale (2)
$L_z$	16.50 m	dimensione del plinto in direzione trasversale all'asse del viadotto (3)
H	2.50 m	dimensione del plinto lungo z
z	1.00 m	altezza di ricoprimento del terreno al di sopra del plinto
$A_{pila}$	21.49 m <sup>2</sup>	area sezione trasversale della pila

### ANALISI DEI CARICHI

#### **a) PLINTO DI FONDAZIONE - Carico verticale**

$Y_{cls}$	25.00 kN/m <sup>3</sup>	
PP	11 138 kN	peso proprio del plinto
$Y_{G1}$	1.35 -	coefficiente A1
$PP_{sd,v}$	15 036 kN	valore azione di progetto

#### **b) PLINTO DI FONDAZIONE - Carico orizzontale inerziale**

$a_{max}/g$	0.000 -	accelerazione massima attesa al sito
$PP_{sd,h}$	0 kN	valore di progetto SLU
$b_1$	1.25 m	quota del punto di applicazione della forza da intradosso plinto

#### **c) RICOPRIMENTO TERRENO - Carico verticale**



$Y_{terreno\ ricoprimento}$	20.00 kN/m <sup>3</sup>	
ST	3 134 kN	sovraccarico terreno imbarcato
$Y_{G1}$	1.35 -	coefficiente A1
$ST_{sd,v}$	4 231 kN	valore azione di progetto

#### **d) RICOPRIMENTO TERRENO - Carico orizzontale**

$a_{max}/g$	0.000 -	accelerazione massima attesa al sito
$ST_{sd,h}$	0 kN	valore di progetto della spinta sismica SLU in direzione longitudinale
$b_2$	3.00 m	quota del punto di applicazione della forza da intradosso plinto

**Tabella 7-7 - SLU-Determinazione delle azioni dovute al peso proprio del plinto e del terreno imbarcato.**



Contraente		Progettista				
						
Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B		Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0102 C04	Rev. B	Foglio 17 di 79

ID	STATICO - ax-	$F_x$ kN	$F_y$ kN	$M_z$ kN	$F_z$ kNm	$M_y$ kNm	$M_x$ kNm
1	P4-V2max-SLUstr.13- v.16bmu3	62 036	2 765	-106 680	292	10 178	95
2	P4-V2min-SLUstr.6- v.16bmu3	77 728	-2 763	107 265	-362	-11 828	-94
3	P4-M3max-SLUstr.13- v.16bmu3	62 036	2 740	-107 595	292	10 178	95
4	P4-M3min-SLUstr.6- v.16bmu3	77 728	-2 738	108 203	-362	-11 828	-94
5	P4-V3max-SLUstr.5- v.16bmu3	76 104	-1 352	58 009	-3 133	-115 175	-56
6	P4-V3min-SLUstr.12- v.16bmu3	55 581	1 365	-57 914	3 078	125 068	55
7	P4-M2max-SLUstr.5- v.16bmu3	76 113	-1 352	57 871	-2 502	-138 644	-55
8	P4-M2min-SLUstr.12- v.16bmu3	56 630	1 362	-57 906	2 394	148 450	54
9	P4-Tmax-SLUstr.13- v.16bmu3	61 058	-2 726	106 142	-332	-11 198	-100
10	P4-Tmin-SLUstr.6- v.16bmu3	77 727	2 740	-107 319	292	10 126	101
11	P4-Pmax-SLUstr.12- v.16bmu3	55 007	1 364	-57 854	2 445	128 001	54
12	P4-Pmin-SLUstr.1- v.16bmu3	87 276	-880	48 068	-253	-13 878	-52

**Tabella 7-8 - Combinazioni statiche SLU: azioni agenti ad intradosso plinto.**

### 7.2.3 Combinazioni delle azioni agli stati limite di esercizio (SLE)

dalla Tabella 7-10 alla Tabella 7-12 si riportano gli scarichi per le combinazioni a gli stati limite di esercizio ottenuti aggiungendo agli scarichi di Tabella 7-3 il peso proprio del plinto e del terreno imbarcato (Tabella 7-9).

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C04

Rev.  
B

Foglio  
18 di 79

**VIADOTTO**

**ID PILA**

**VERIFICA**

**TIPO DI APPROCCIO**

VI01

P04

SLE

APPROCCIO 2, A1+M1+R3

**DATI GEOMETRICI DEL PLINTO DI FONDAZIONE**

$L_y$	10.80 m	dimensione del plinto in direzione longitudinale (2)
$L_z$	16.50 m	dimensione del plinto in direzione trasversale all'asse del viadotto (3)
H	2.50 m	dimensione del plinto lungo z
z	1.00 m	altezza di ricoprimento del terreno al di sopra del plinto
$A_{pila}$	21.49 m <sup>2</sup>	area sezione trasversale della pila

**ANALISI DEI CARICHI**

**a) PLINTO DI FONDAZIONE - Carico verticale**

$V_{cls}$	25.00 kN/m <sup>3</sup>	
PP	11 138 kN	peso proprio del plinto
$V_{G1}$	1.00 -	coefficiente A1
$PP_{sd,v}$	11 138 kN	valore azione di progetto

**b) PLINTO DI FONDAZIONE - Carico orizzontale inerziale**

$a_{max}/g$	0.000 -	accelerazione massima attesa al sito
$PP_{sd,h}$	0 kN	valore di progetto SLE
$b_1$	1.25 m	quota del punto di applicazione della forza da intradosso plinto

**c) RICOPRIMENTO TERRENO - Carico verticale**

$V_{terreno\ ricoprimento}$	20.00 kN/m <sup>3</sup>	
ST	3 134 kN	sovraccarico terreno imbarcato
$V_{G1}$	1.00 -	coefficiente A1
$ST_{sd,v}$	3 134 kN	valore azione di progetto

**d) RICOPRIMENTO TERRENO - Carico orizzontale**

$a_{max}/g$	0.000 -	accelerazione massima attesa al sito
$ST_{sd,h}$	0 kN	valore di progetto della spinta sismica SLU in direzione longitudinale
$b_2$	3.00 m	quota del punto di applicazione della forza da intradosso plinto

**Tabella 7-9 - SLE- Determinazione delle azioni dovute al peso proprio del plinto e del terreno imbarcato.**

ID	STATICO - max	$F_x$ kN	$F_y$ kN	$M_z$ kN	$F_z$ kNm	$M_y$ kNm	$M_x$ kNm
1	P4-V2max-SLEqp.1- v.16bmu3	56 865	766	-32 539	78	2 634	32
2	P4-V2min-SLEqp.1- v.16bmu3	56 865	-764	32 485	-136	-4 239	-30
3	P4-M3max-SLEqp.1- v.16bmu3	56 865	766	-32 539	78	2 634	32
4	P4-M3min-SLEqp.1- v.16bmu3	56 865	-764	32 485	-136	-4 239	-30
5	P4-V3max-SLEqp.1- v.16bmu3	56 865	-742	31 587	-152	-5 014	-30
6	P4-V3min-SLEqp.1- v.16bmu3	54 768	753	-31 961	160	3 743	31
7	P4-M2max-SLEqp.1- v.16bmu3	56 870	-742	31 527	-148	-7 514	-29
8	P4-M2min-SLEqp.1- v.16bmu3	55 645	751	-31 920	113	6 210	31
9	P4-Tmax-SLEqp.1- v.16bmu3	56 050	-754	32 058	-111	-3 981	-30
10	P4-Tmin-SLEqp.1- v.16bmu3	56 865	766	-32 539	78	2 634	32
11	P4-Pmax-SLEqp.1- v.16bmu3	54 763	753	-31 940	156	6 245	31
12	P4-Pmin-SLEqp.1- v.16bmu3	56 870	-742	31 566	-148	-7 516	-29

**Tabella 7-10 - Combinazioni di esercizio SLE-quasi permanente: azioni agenti ad intradosso plinto.**

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C04

Rev.  
B



Foglio  
19 di 79

ID	STATICO - max	$F_x$ kN	$F_y$ kN	$M_z$ kN	$F_z$ kNm	$M_y$ kNm	$M_x$ kNm
13	P4-V2max-SLEf.3- v.16bmu3	56 865	917	-38 950	101	3 421	38
14	P4-V2min-SLEf.3- v.16bmu3	56 865	-915	38 896	-159	-4 980	-36
15	P4-M3max-SLEf.3- v.16bmu3	56 865	917	-38 950	101	3 421	38
16	P4-M3min-SLEf.3- v.16bmu3	56 865	-915	38 896	-159	-4 980	-36
17	P4-V3max-SLEf.1- v.16bmu3	56 865	-742	31 598	-614	-6 223	-30
18	P4-V3min-SLEf.1- v.16bmu3	54 768	753	-31 971	623	4 951	31
19	P4-M2max-SLEf.1- v.16bmu3	56 870	-742	31 537	-148	-22 799	-29
20	P4-M2min-SLEf.2- v.16bmu3	55 120	754	-32 022	444	23 509	31
21	P4-Tmax-SLEf.3- v.16bmu3	56 050	-905	38 466	-134	-4 722	-36
22	P4-Tmin-SLEf.3- v.16bmu3	56 865	917	-38 950	101	3 421	38
23	P4-Pmax-SLEf.2- v.16bmu3	54 238	755	-32 040	486	23 541	31
24	P4-Pmin-SLEf.1- v.16bmu3	60 276	-742	31 641	-148	-7 582	-29

Tabella 7-11 - Combinazioni di esercizio SLE-frequente: azioni agenti ad intradosso plinto.

ID	STATICO - max	$F_x$ kN	$F_y$ kN	$M_z$ kN	$F_z$ kNm	$M_y$ kNm	$M_x$ kNm
25	P4-V2max-SLEr.6- v.16bmu3	56 864	1 848	-71 246	188	6 472	63
26	P4-V2min-SLEr.6- v.16bmu3	56 865	-1 846	71 231	-245	-7 857	-62
27	P4-M3max-SLEr.6- v.16bmu3	56 864	1 829	-71 923	188	6 472	63
28	P4-M3min-SLEr.6- v.16bmu3	56 865	-1 827	71 926	-245	-7 857	-62
29	P4-V3max-SLEr.5- v.16bmu3	55 782	-899	38 336	-2 142	-76 991	-37
30	P4-V3min-SLEr.5- v.16bmu3	52 142	910	-38 640	2 107	83 404	37
31	P4-M2max-SLEr.5- v.16bmu3	55 788	-899	38 255	-1 675	-94 049	-36
32	P4-M2min-SLEr.5- v.16bmu3	53 018	908	-38 612	1 596	100 379	36
33	P4-Tmax-SLEr.6- v.16bmu3	56 050	-1 817	70 766	-221	-7 598	-67
34	P4-Tmin-SLEr.6- v.16bmu3	56 864	1 829	-71 262	188	6 486	68
35	P4-Pmax-SLEr.5- v.16bmu3	51 717	909	-38 603	1 639	85 245	36
36	P4-Pmin-SLEr.1- v.16bmu3	63 937	-584	31 646	-176	-9 334	-34

Tabella 7-12 - Combinazioni di esercizio SLE-caratteristica: azioni agenti ad intradosso plinto.

Contraente		Progettista				
						
Doc. N. NG1200E09CLV10102C04B		Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL V10102 C04	Rev. B	Foglio 20 di 79

## 8 ANALISI DELL'INTERAZIONE FONDAZIONE-TERRENO

L'analisi di interazione terreno-fondazione è stata sviluppata con il software GROUP della Ensoft. Se si considera un palo ad asse verticale, immerso in un terreno inizialmente le tensioni normali agenti sulla superficie laterale del palo presentano una distribuzione assialsimmetrica, la cui risultante è nulla. Quando il palo è soggetto, in testa, ad una forza orizzontale e/o ad una coppia applicata, si induce una traslazione  $y$  all'interno del terreno. Il diagramma delle tensioni del terreno, conseguentemente, si modifica; le tensioni normali poste di fronte al palo aumentano ed il terreno tende ad allontanarsi dal palo in direzione radiale. Le tensioni normali poste a tergo del palo, viceversa, diminuiscono, mentre il terreno tende a spostarsi verso il palo, ancora lungo una direzione radiale. Lungo i bordi del palo, le tensioni orizzontali presentano una componente normale ed una tangenziale. La risultante  $p$  [F/L] di tali azioni sarà posta nella direzione dello spostamento del palo ed avrà verso opposto ad esso.

Ad un certo livello di carico, in prossimità del piano campagna, il terreno posto a tergo del palo tende a distaccarsi dallo stesso; il terreno posto di fronte al palo, invece, tende a raggiungere la condizione di collasso. A profondità maggiori, il terreno tende a scorrere defluendo lungo il bordo del palo, senza un distacco relativo a tergo. Alla luce di queste considerazioni risulta evidente come la reazione del terreno  $p$  dipenda sia dall'entità dello spostamento  $y$  raggiunto dal palo sia dalla quota di riferimento  $z$ .

Di conseguenza, la risposta di un palo verticale ad un carico orizzontale crescente, in termini di curva carichi – spostamenti, oppure in termini di carichi – momenti flettenti massimi, è di tipo non lineare. Con il software GROUP in funzione della natura e caratteristiche dei terreni è possibile rappresentare tramite le curve  $p$ - $y$  questo comportamento non lineare.

Il programma considera inoltre che il comportamento di un palo soggetto ad azioni orizzontali all'interno di un gruppo differisce da quello di un palo singolo ed isolato. In un gruppo di pali caricato da azioni orizzontali i fenomeni di interazione reciproca palo – terreno – palo determinano, complessivamente, una diminuzione della rigidezza del sistema.

La diversità di comportamento si manifesta mediante un differente valore dello sforzo di taglio agente in testa a ciascun palo, differenti valori di momento flettente, diversa ubicazione del valore massimo di momento al variare della profondità (nell'ipotesi in cui il vincolo in testa al palo non sia un incastro). La modalità di risposta di ciascun palo è funzione essenzialmente dalla posizione geometrica che questo occupa all'interno del gruppo. Precisamente, la risposta del singolo palo all'interno del gruppo è condizionata:

- dalla fila di appartenenza all'interno del gruppo (effetto ombra o shadowing);
- dalla posizione all'interno della singola fila (effetto di bordo).

### 8.1 Descrizione del modello di calcolo GROUP

Nella Figura 8-1 e Figura 8-2 sono riportate alcune viste del modello che riproduce esattamente la disposizione in pianta dei pali assunti incastrati a livello del plinto di fondazione. In questo modello non si considera la reazione del terreno nell'intorno del plinto.

In Figura 8-3 è riportata la corrispondenza fra la numerazione dei pali di Group e il grigliato di riferimento di cui ai disegni di carpenteria plinti.

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C04

Rev.  
B

Foglio  
21 di 79

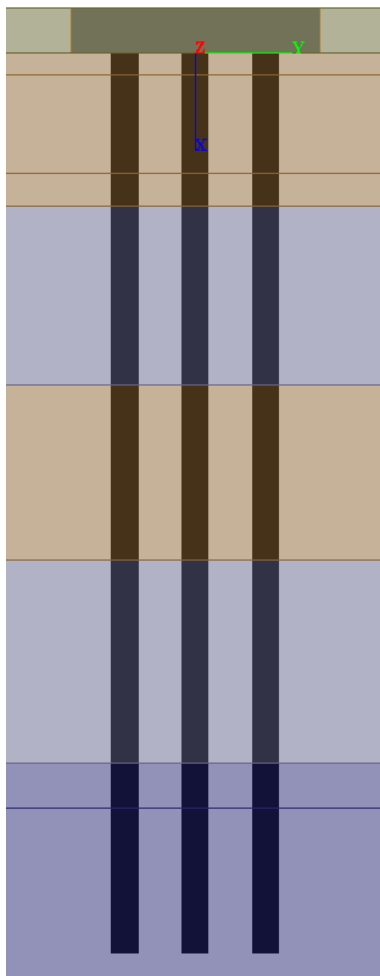


Figura 8-1 - Vista frontale del modello GROUPv2016.

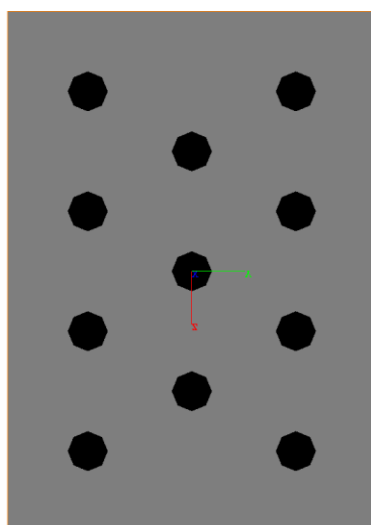


Figura 8-2 - Vista planimetrica del modello GROUPv2016.

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C04

Rev.  
B

Foglio  
22 di 79

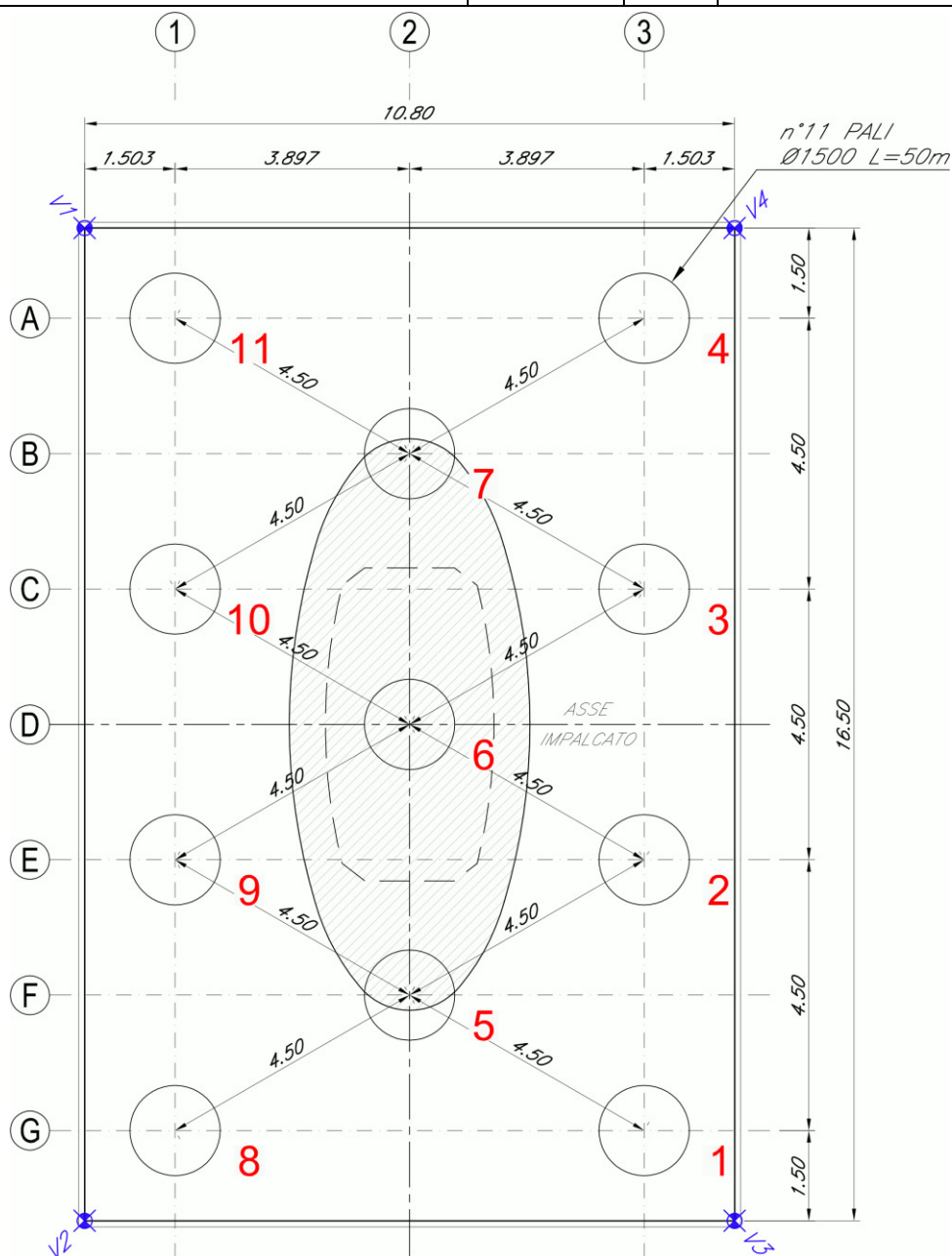


Figura 8-3 - Pila P9: Numerazione dei pali nel modello Group (in rosso)

In accordo alla caratterizzazione geotecnica riportata nel §5.2 nelle seguenti figure si riporta la stratigrafia di calcolo implementata nel software e i parametri geotecnici assegnati agli strati. I parametri di rigidità del terreno sono stati assunti in accordo ai criteri illustrati nella relazione Rif. [10] § 8.1 per “sand”, “Stiff Clay with Free Water” e “weak rock” e riepilogati nella tabella seguente in cui con  $q_s$  e  $q_b$  si è indicata la portanza laterale e di base inserita in group e determinata sulla base delle curve di capacità portante di cui al § 9.1. Per il parametro  $k_{rm}$  che interviene nella costruzione delle curve p-y per le *weak rock* è stato usato il valore 0.0005 corrispondente al valore maggiore del range 0.0005÷0.00005 suggerito dal manuale di Group che caratterizza un comportamento meno rigido.

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C04

Rev.  
B

Foglio  
23 di 79

Unità	p-y model	$\phi'$ (°)	cu kPa	Dr %	k (kPa)	K <sub>rm</sub>	$\sigma_{ci}$ (kPa)	E <sub>press</sub> (kPa)	RQD	qs (kPa)	qb (kPa)
COL1	"Stiff Clay with Free Water"		40		55 000					25.5-32	406-430
COL1	"Stiff Clay with Free Water"		40		55 000					32.00	430-534
DAL	"Stiff Clay with Free Water"		50		55 000					40.00	624-659
DG	"sand"	30		58	25 000					35.8-67.4	770-1450
DAL	"Stiff Clay with Free Water"		65		55 000					53.7-73.8	1003-1187
DG	"sand"	30		58	25 000					92.6-128.5	1992-2764
ARGalt	"weak rock"					0.0005	2 000	138 000	15	112.4	1169-1243
ARG	"weak rock"					0.0005	5 500	400 000	50	224.9	3428-5201

**Tabella 8-1 – Parametri di input modello group**

Layer	Soil Type	Depth for Top of Soil Layer (m)	Depth for Bottom of Soil Layer (m)	Properties of Layer
1	Stiff Clay w/o Free Water (Reese)	-2.5	0.01	1: Stiff Clay without Free Water
2	Stiff Clay with Free Water (Reese)	0.01	1.19	2: Stiff Clay with Free Water
3	Stiff Clay with Free Water (Reese)	1.19	6.65	3: Stiff Clay with Free Water
4	Stiff Clay with Free Water (Reese)	6.65	8.5	4: Stiff Clay with Free Water
5	API Sand (O'Neil)	8.5	18.45	5: API Sand
6	Stiff Clay with Free Water (Reese)	18.45	28.15	6: Stiff Clay with Free Water
7	API Sand (O'Neil)	28.15	39.45	7: API Sand
8	Weak Rock (Reese)	39.45	41.95	8: Weak Rock
9	Weak Rock (Reese)	41.95	77.5	9: Weak Rock

**Figura 8-4 - Stratigrafia modello GROUP-v2016.**

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C04

Rev.  
B

Foglio  
24 di 79

### Stiff Clay without Free Water 1

1=Top, 2=Bottom	Effective Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Undrained Cohesion, c (kN/m <sup>2</sup> )	Strain Factor E50	Ultimate Unit Side Friction (kN/m <sup>2</sup> )	Ultimate Unit Tip Resistance (kN/m <sup>2</sup> )
1	19	40	0.007	0	0
2	19	40	0.007	25.5	406

A linear interpolation with depth will be used to compute values between the top and bottom of the layer.

Strain Factor E50:

- Always check recommended value in Geotechnical Investigation Reports.
- Program will help to estimate values for Strain Factor E50 if zero input value is entered.

Ultimate Unit Side Friction and Ultimate Unit Tip Resistance:

- The program uses Ultimate Unit Side Friction to generate t-z curves.
- The program uses Ultimate Unit Tip Resistance to generate q-w curves.
- Always check recommended values in Geotechnical Investigation Reports.
- Program will help to estimate values for Ultimate Unit Side Friction and Ultimate Unit Tip Resistance if zero input values are entered.

**Figura 8-5 - Layer no.1 (COL1 sopra falda)**

### Stiff Clay with Free Water 2

1=Top, 2=Bottom	Effective Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Undrained Cohesion, c (kN/m <sup>2</sup> )	p-y Modulus, k (kN/m <sup>3</sup> )	Strain Factor E50	Ultimate Unit Side Friction (kN/m <sup>2</sup> )	Ultimate Unit Tip Resistance (kN/m <sup>2</sup> )
1	9	40	55000	0.007	25.5	406
2	9	40	55000	0.007	32	430

A linear interpolation with depth will be used to compute values between the top and bottom of the layer.

p-y Modulus, k, and Strain Factor E50:

- Always check recommended value in Geotechnical Investigation Reports.
- Program will help to estimate values for p-y Modulus, k, and Strain Factor E50 if zero input values are entered.

Ultimate Unit Side Friction and Ultimate Unit Tip Resistance:

- The program uses Ultimate Unit Side Friction to generate t-z curves.
- The program uses Ultimate Unit Tip Resistance to generate q-w curves.
- Always check recommended values in Geotechnical Investigation Reports.
- Program will help to estimate values for Ultimate Unit Side Friction and Ultimate Unit Tip Resistance if zero input values are entered.

**Figura 8-6 - Layer no.2 (COL1 sotto falda)**



Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C04

Rev.  
B

Foglio  
25 di 79

**Stiff Clay with Free Water 3**

1=Top, 2=Bottom	Effective Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Undrained Cohesion, c (kN/m <sup>2</sup> )	p-y Modulus, k (kN/m <sup>3</sup> )	Strain Factor E50	Ultimate Unit Side Friction (kN/m <sup>2</sup> )	Ultimate Unit Tip Resistance (kN/m <sup>2</sup> )
1	9	40	55000	0.007	32	430
2	9	40	55000	0.007	32	534

A linear interpolation with depth will be used to compute values between the top and bottom of the layer.  
 p-y Modulus, k, and Strain Factor E50:  
 - Always check recommended value in Geotechnical Investigation Reports.  
 - Program will help to estimate values for p-y Modulus, k, and Strain Factor E50 if zero input values are entered.  
 Ultimate Unit Side Friction and Ultimate Unit Tip Resistance:  
 - The program uses Ultimate Unit Side Friction to generate t-z curves.  
 - The program uses Ultimate Unit Tip Resistance to generate q-w curves.  
 - Always check recommended values in Geotechnical Investigation Reports.  
 - Program will help to estimate values for Ultimate Unit Side Friction and Ultimate Unit Tip Resistance if zero input values are entered.

**Figura 8-7 - Layer no.3 (COL1)**

**Stiff Clay with Free Water 4**

1=Top, 2=Bottom	Effective Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Undrained Cohesion, c (kN/m <sup>2</sup> )	p-y Modulus, k (kN/m <sup>3</sup> )	Strain Factor E50	Ultimate Unit Side Friction (kN/m <sup>2</sup> )	Ultimate Unit Tip Resistance (kN/m <sup>2</sup> )
1	9	50	55000	0.007	40	624
2	9	50	55000	0.007	40	659

A linear interpolation with depth will be used to compute values between the top and bottom of the layer.  
 p-y Modulus, k, and Strain Factor E50:  
 - Always check recommended value in Geotechnical Investigation Reports.  
 - Program will help to estimate values for p-y Modulus, k, and Strain Factor E50 if zero input values are entered.  
 Ultimate Unit Side Friction and Ultimate Unit Tip Resistance:  
 - The program uses Ultimate Unit Side Friction to generate t-z curves.  
 - The program uses Ultimate Unit Tip Resistance to generate q-w curves.  
 - Always check recommended values in Geotechnical Investigation Reports.  
 - Program will help to estimate values for Ultimate Unit Side Friction and Ultimate Unit Tip Resistance if zero input values are entered.

**Figura 8-8 - Layer no.4 (DAL)**

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C04

Rev.  
B

Foglio  
26 di 79

### API Sand 5

1=Top, 2=Bottom	Effective Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Friction Angle (DEG.)	p-y Modulus, k (kN/m <sup>3</sup> )	Ultimate Unit Side Friction (kN/m <sup>2</sup> )	Ultimate Unit Tip Resistance (kN/m <sup>2</sup> )
1	11	30	25000	35.8	770
2	11	30	25000	67.4	1450

A linear interpolation with depth will be used to compute values between the top and bottom of the layer.

p-y Modulus, k:

- Always check recommended value in Geotechnical Investigation Reports.
- Program will help to estimate value for p-y Modulus, k, if zero input value is entered.

Ultimate Unit Side Friction and Ultimate Unit Tip Resistance:

- The program uses Ultimate Unit Side Friction to generate t-z curves.
- The program uses Ultimate Unit Tip Resistance to generate q-w curves.
- Always check recommended values in Geotechnical Investigation Reports.
- Program will help to estimate values for Ultimate Unit Side Friction and Ultimate Unit Tip Resistance if zero input values are entered.

**Figura 8-9 – Layer no.5 (DG)**

### Stiff Clay with Free Water 6

1=Top, 2=Bottom	Effective Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Undrained Cohesion, c (kN/m <sup>2</sup> )	p-y Modulus, k (kN/m <sup>3</sup> )	Strain Factor E50	Ultimate Unit Side Friction (kN/m <sup>2</sup> )	Ultimate Unit Tip Resistance (kN/m <sup>2</sup> )
1	9	65	55000	0.007	53.7	1003
2	9	65	55000	0.007	73.8	1187

A linear interpolation with depth will be used to compute values between the top and bottom of the layer.

p-y Modulus, k, and Strain Factor E50:

- Always check recommended value in Geotechnical Investigation Reports.
- Program will help to estimate values for p-y Modulus, k, and Strain Factor E50 if zero input values are entered.

Ultimate Unit Side Friction and Ultimate Unit Tip Resistance:

- The program uses Ultimate Unit Side Friction to generate t-z curves.
- The program uses Ultimate Unit Tip Resistance to generate q-w curves.
- Always check recommended values in Geotechnical Investigation Reports.
- Program will help to estimate values for Ultimate Unit Side Friction and Ultimate Unit Tip Resistance if zero input values are entered.

**Figura 8-10 - Layer no.6 (DAL)**

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C04

Rev.  
B

Foglio  
27 di 79

### API Sand 7

1=Top, 2=Bottom	Effective Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Friction Angle (DEG.)	p-y Modulus, k (kN/m <sup>3</sup> )	Ultimate Unit Side Friction (kN/m <sup>2</sup> )	Ultimate Unit Tip Resistance (kN/m <sup>2</sup> )
1	11	30	25000	92.6	1992
2	11	30	25000	128.5	2764

A linear interpolation with depth will be used to compute values between the top and bottom of the layer.

p-y Modulus, k:

- Always check recommended value in Geotechnical Investigation Reports.
- Program will help to estimate value for p-y Modulus, k, if zero input value is entered.

Ultimate Unit Side Friction and Ultimate Unit Tip Resistance:

- The program uses Ultimate Unit Side Friction to generate t-z curves.
- The program uses Ultimate Unit Tip Resistance to generate q-w curves.
- Always check recommended values in Geotechnical Investigation Reports.
- Program will help to estimate values for Ultimate Unit Side Friction and Ultimate Unit Tip Resistance if zero input values are entered.

**Figura 8-11 - Layer no.7 (DG)**

### Weak Rock 8

1=Top, 2=Bottom	Effective Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Uniaxial Compressive Strength, qu, (kN/m <sup>2</sup> )	Initial Modulus of Rock Mass, (kN/m <sup>2</sup> )	Strain Factor, k <sub>rm</sub>	RQD, (%)	Ultimate Unit Side Friction (kN/m <sup>2</sup> )	Ultimate Unit Tip Resistance (kN/m <sup>2</sup> )
1	16.5	2000	138000	0.0005	15	112.4	1169
2	16.5	2000	138000	0.0005	15	112.4	1243

A linear interpolation with depth will be used to compute values between the top and bottom of the layer.

This p-y model is best used for cohesive intermediate geomaterials like claystones and silstones with uniaxial compressive strengths ranging from 500 kPa to 5000 kPa (75 to 750 psi).

Ultimate Unit Side Friction and Ultimate Unit Tip Resistance:

- The program uses Ultimate Unit Side Friction to generate t-z curves.
- The program uses Ultimate Unit Tip Resistance to generate q-w curves.
- Always check recommended values in Geotechnical Investigation Reports.
- Program will help to estimate values for Ultimate Unit Side Friction and Ultimate Unit Tip Resistance if zero input values are entered.

**Figura 8-12 - Layer no.8 (ARGalt)**

### Weak Rock 9

1=Top, 2=Bottom	Effective Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Uniaxial Compressive Strength, qu, (kN/m <sup>2</sup> )	Initial Modulus of Rock Mass, (kN/m <sup>2</sup> )	Strain Factor, k <sub>rm</sub>	RQD, (%)	Ultimate Unit Side Friction (kN/m <sup>2</sup> )	Ultimate Unit Tip Resistance (kN/m <sup>2</sup> )
1	17	5500	400000	0.0005	50	224.9	3428
2	17	5500	400000	0.0005	50	224.9	5201

A linear interpolation with depth will be used to compute values between the top and bottom of the layer.

This p-y model is best used for cohesive intermediate geomaterials like claystones and silstones with uniaxial compressive strengths ranging from 500 kPa to 5000 kPa (75 to 750 psi).

Ultimate Unit Side Friction and Ultimate Unit Tip Resistance:

- The program uses Ultimate Unit Side Friction to generate t-z curves.
- The program uses Ultimate Unit Tip Resistance to generate q-w curves.
- Always check recommended values in Geotechnical Investigation Reports.
- Program will help to estimate values for Ultimate Unit Side Friction and Ultimate Unit Tip Resistance if zero input values are entered.

**Figure 8-1 - Layer no.9 (ARG)**

Contraente 	Progettista 
Doc. N. NG1200E09CLV10102C04B	Progetto NG12 Lotto 00 Codifica Documento E 09 CL V10102 C04 Rev. B Foglio 28 di 79

## 8.2 Sintesi dei risultati agli stati limite di esercizio SLE (caratteristica)

Nella Tabella 8-2 si riportano le sollecitazioni massime di sforzo assiale, taglio e momento con indicato la relativa combinazione di carico e numero identificativo del palo. Dalla Tabella 8-3÷Tabella 8-5 si riportano le sollecitazioni massime di sforzo assiale, taglio e momento con indicato la relativa combinazione di carico e numero identificativo del palo per ciascuna combinazione delle azioni allo SLE: Quasi permanente, Frequente e Rara.

In Figura 8-13 e in Figura 8 13 sono diagrammati gli involucri dell'andamento con la profondità del momento flettente e del taglio.

	Prof. (m)	Palo	Combinazione	N (kN)	M (kNm)	V (kN)
<b>Massima Compressione</b>	0.00	11	31	8 711	160	239
<b>Min Compressione / Max Trazione</b>	4.00	11	32	511	306	6
<b>Massimo Momento</b>	4.00	11	28	7 125	387	9
<b>Massimo Taglio</b>	0.00	11	29	8 336	356	288

**Tabella 8-2 - Combinazioni SLE: Sollecitazioni massime con relativa combinazione e numero di palo in cui esse si verificano.**

	Prof. (m)	Palo	Combinazione	N (kN)	M (kNm)	V (kN)
<b>Massima Compressione</b>	0.00	11	12	6 361	25	93
<b>Min Compressione / Max Trazione</b>	3.00	11	11	3 543	161	4
<b>Massimo Momento</b>	3.50	1	1	5 871	176	3
<b>Massimo Taglio</b>	0.00	11	2	6 304	30	95

**Tabella 8-3 - Combinazioni SLE – Quasi Permanente: Sollecitazioni massime con relativa combinazione e numero di palo in cui esse si verificano.**

	Prof. (m)	Palo	Combinazione	N (kN)	M (kNm)	V (kN)
<b>Massima Compressione</b>	0.00	11	19	6 753	51	94
<b>Min Compressione / Max Trazione</b>	3.50	11	23	2 966	170	7
<b>Massimo Momento</b>	3.50	1	13	6 085	211	3
<b>Massimo Taglio</b>	0.00	1	18	6 149	146	118

**Tabella 8-4 - Combinazioni SLE – Frequente: Sollecitazioni massime con relativa combinazione e numero di palo in cui esse si verificano.**

	Prof. (m)	Palo	Combinazione	N (kN)	M (kNm)	V (kN)
<b>Massima Compressione</b>	0.00	11	31	8 711	160	239
<b>Min Compressione / Max Trazione</b>	4.00	11	32	511	306	6
<b>Massimo Momento</b>	4.00	11	28	7 125	387	9
<b>Massimo Taglio</b>	0.00	11	29	8 336	356	288

**Tabella 8-5 - Combinazioni SLE – Rara: Sollecitazioni massime con relativa combinazione e numero di palo in cui esse si verificano.**

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLV10102C04B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL V10102 C04

Rev.  
B

Foglio  
29 di 79

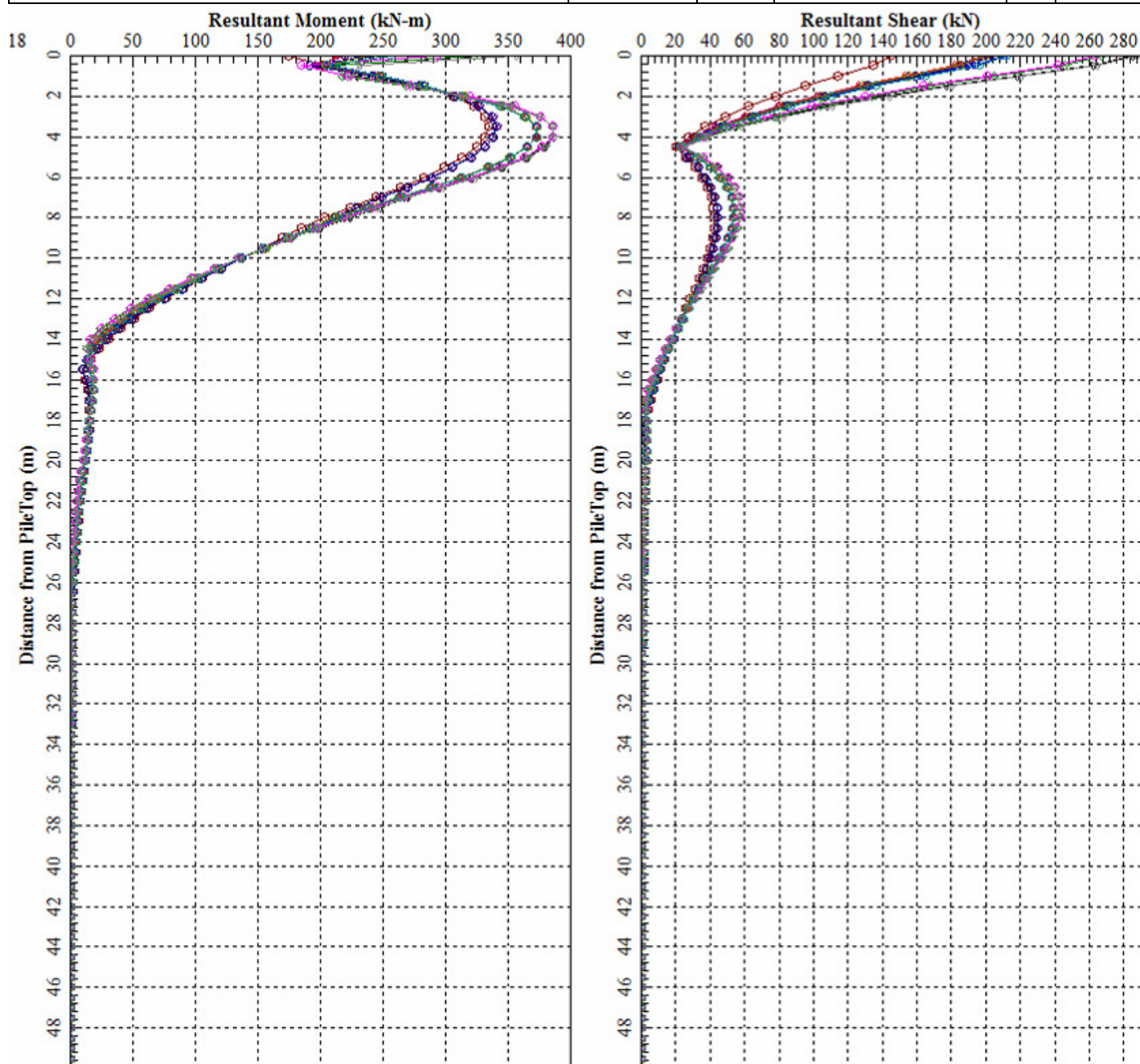


Figura 8-13 - Combinazioni SLE (QP – Freq. – Rara): Involuppo massimo dell'andamento con la profondità del momento e del taglio.



Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLV10102C04B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL V10102 C04

Rev.  
B

Foglio  
30 di 79

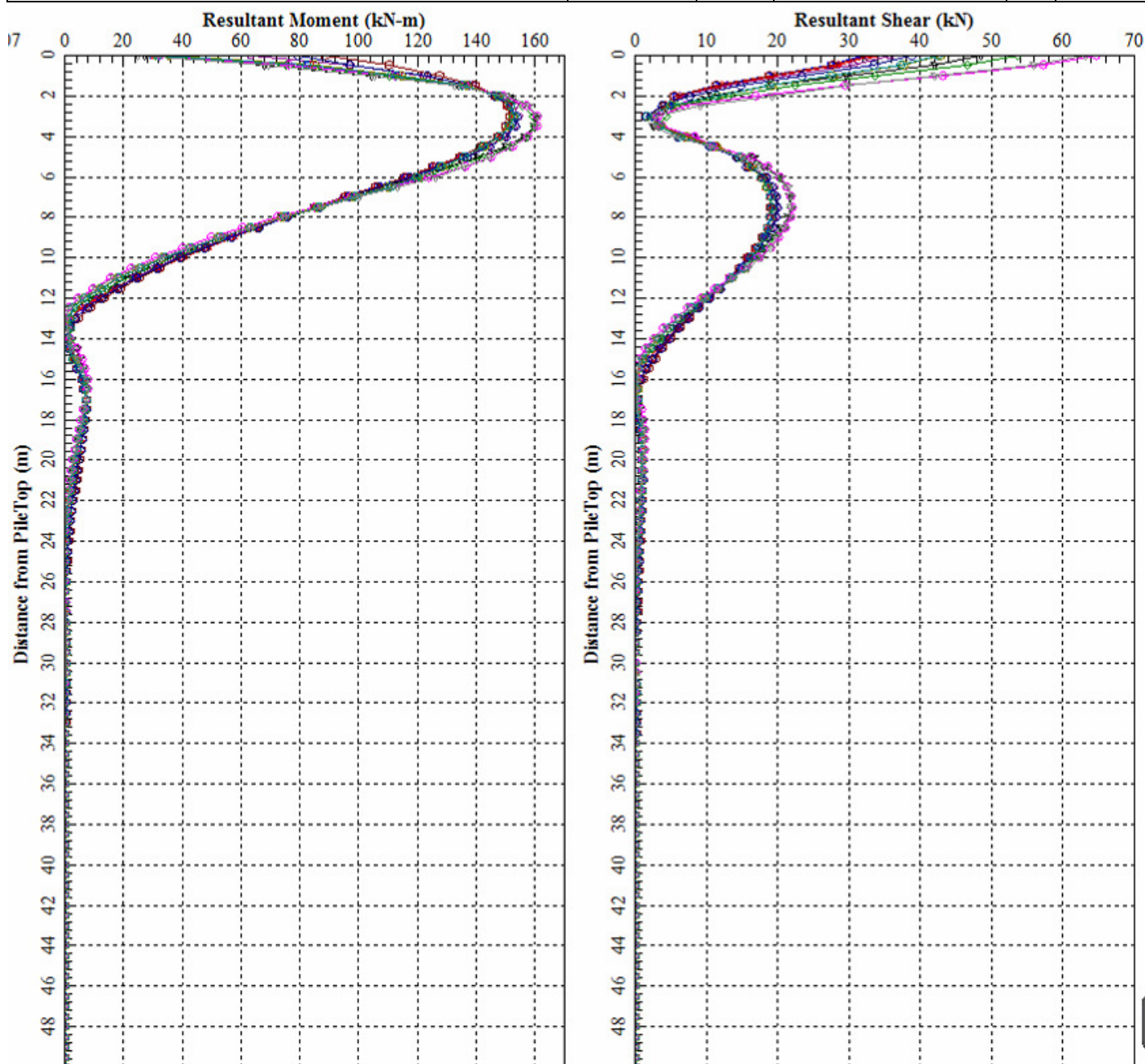


Figura 8-14 - Combinazioni SLE (QP – Freq. – Rara): Involuppo minimo dell'andamento con la profondità del momento e del taglio.

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C04

Rev.  
B

Foglio  
31 di 79

### 8.2.1 Spostamenti SLE

Nella Tabella 8-6 si riportano gli spostamenti e le rotazioni ad intradosso plinto e sommità pila; in rosso sono evidenziati i valori massimi e in viola quelli minimi. Gli spostamenti orizzontali (direzione y-2) e direzione z-3) tengono già conto dell'interazione fra pali e sono quindi rappresentativi degli spostamenti orizzontali del gruppo di pali; lo spostamento verticale non tiene conto dell'effetto gruppo.

Il coefficiente amplificativo del cedimento verticale per effetto gruppo  $E_G$  viene valutato in accordo a Mandolini et al. (2005) ed è riportato in Tabella 8-7 (vedasi relazione generale sui criteri Rif. [10] § 8.4), risulta:

$$\delta_{\max} = 3.32E-03 \times 3.21 = 0.0106 \text{ m} = 10.6 \text{ mm.}$$

H plinto [m] 2.5 H pila [m] 38

Combinazione	Spost. Verticale lungo Asse 1 (X) [m]	Spost. Orizzontale lungo Asse 2 (Y) [m]	Spost. Orizzontale lungo Asse 3 (Z) [m]	Rotazione attorno all'Asse 2 (Y) [Rad]	Rotazione attorno all'Asse 3 (Z) [Rad]	Spostamento a testa Pila	
						Spost. Orizzontale lungo Asse 2 (Y) [m]	Spost. Orizzontale lungo Asse 3 (Z) [m]
1	2.92E-03	6.99E-04	4.70E-05	6.95E-06	-1.62E-04	7.27E-03	3.29E-04
2	2.92E-03	-6.98E-04	-8.01E-05	-1.13E-05	1.62E-04	-7.26E-03	-5.36E-04
3	2.92E-03	6.99E-04	4.70E-05	6.95E-06	-1.62E-04	7.27E-03	3.29E-04
4	2.92E-03	-6.98E-04	-8.01E-05	-1.13E-05	1.62E-04	-7.26E-03	-5.36E-04
5	2.92E-03	-6.78E-04	-9.11E-05	-1.33E-05	1.58E-04	-7.06E-03	-6.28E-04
6	2.80E-03	6.85E-04	8.60E-05	1.01E-05	-1.59E-04	7.11E-03	4.96E-04
7	2.92E-03	-6.77E-04	-1.05E-04	-1.94E-05	1.57E-04	-7.05E-03	-8.89E-04
8	2.85E-03	6.84E-04	8.29E-05	1.59E-05	-1.59E-04	7.11E-03	7.27E-04
9	2.87E-03	-6.88E-04	-6.86E-05	-1.04E-05	1.60E-04	-7.15E-03	-4.92E-04
10	2.92E-03	6.99E-04	4.70E-05	6.95E-06	-1.62E-04	7.27E-03	3.29E-04
11	2.80E-03	6.85E-04	9.99E-05	1.62E-05	-1.59E-04	7.11E-03	7.57E-04
12	2.92E-03	-6.77E-04	-1.05E-04	-1.94E-05	1.57E-04	-7.05E-03	-8.90E-04
13	2.92E-03	8.46E-04	6.16E-05	9.05E-06	-1.95E-04	8.73E-03	4.28E-04
14	2.92E-03	-8.45E-04	-9.49E-05	-1.32E-05	1.94E-04	-8.72E-03	-6.31E-04
15	2.92E-03	8.46E-04	6.16E-05	9.05E-06	-1.95E-04	8.73E-03	4.28E-04
16	2.92E-03	-8.45E-04	-9.49E-05	-1.32E-05	1.94E-04	-8.72E-03	-6.31E-04
17	2.92E-03	-6.82E-04	-2.82E-04	-1.91E-05	1.58E-04	-7.07E-03	-1.06E-03
18	2.80E-03	6.89E-04	2.77E-04	1.60E-05	-1.59E-04	7.12E-03	9.24E-04
19	2.92E-03	-6.79E-04	-2.00E-04	-5.68E-05	1.57E-04	-7.05E-03	-2.50E-03
20	2.82E-03	6.91E-04	3.22E-04	6.01E-05	-1.59E-04	7.14E-03	2.76E-03
21	2.87E-03	-8.34E-04	-8.32E-05	-1.24E-05	1.92E-04	-8.60E-03	-5.87E-04
22	2.92E-03	8.46E-04	6.16E-05	9.05E-06	-1.95E-04	8.73E-03	4.28E-04
23	2.77E-03	6.92E-04	3.38E-04	6.03E-05	-1.59E-04	7.13E-03	2.78E-03
24	3.11E-03	-6.82E-04	-1.06E-04	-1.97E-05	1.59E-04	-7.12E-03	-9.04E-04
25	2.95E-03	1.70E-03	1.20E-04	1.66E-05	-3.59E-04	1.62E-02	7.95E-04
26	2.95E-03	-1.70E-03	-1.54E-04	-2.03E-05	3.59E-04	-1.62E-02	-9.78E-04
27	2.95E-03	1.70E-03	1.20E-04	1.66E-05	-3.62E-04	1.63E-02	7.94E-04
28	2.95E-03	-1.70E-03	-1.54E-04	-2.03E-05	3.62E-04	-1.63E-02	-9.77E-04
29	2.89E-03	-8.87E-04	-1.43E-03	-2.01E-04	1.91E-04	-8.60E-03	-9.59E-03
30	2.69E-03	8.90E-04	1.45E-03	2.14E-04	-1.89E-04	8.56E-03	1.01E-02
31	2.90E-03	-8.78E-04	-1.33E-03	-2.40E-04	1.90E-04	-8.57E-03	-1.10E-02
32	2.75E-03	8.81E-04	1.33E-03	2.53E-04	-1.90E-04	8.57E-03	1.16E-02
33	2.90E-03	-1.67E-03	-1.42E-04	-1.95E-05	3.55E-04	-1.60E-02	-9.31E-04
34	2.95E-03	1.69E-03	1.20E-04	1.67E-05	-3.58E-04	1.62E-02	7.96E-04
35	2.66E-03	8.75E-04	1.24E-03	2.15E-04	-1.89E-04	8.52E-03	9.96E-03
36	3.32E-03	-6.18E-04	-1.28E-04	-2.44E-05	1.59E-04	-7.04E-03	-1.12E-03

Tabella 8-6 - Combinazioni SLE: spostamenti e rotazioni.

B (y)	9.30	m	larghezza
L (z)	15.00	m	lunghezza
D	50.00	m	profondità
i	4.50	m	interasse pali
n°	11.00		numero pali
$E_G$	3.21		Coefficiente amplificativo del cedimento per effetto gruppo

Tabella 8-7 - Coefficiente amplificativo del cedimento verticale per effetto gruppo.

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C04

Rev.  
B

Foglio  
32 di 79

### 8.3 Sintesi dei risultati agli stati limite ultimi statici (SLU)

Nella Tabella 8-8 si riportano le sollecitazioni massime di sforzo assiale, taglio e momento con indicato la relativa combinazione di carico e numero identificativo del palo in cui esse si verificano.

In Figura 8-15 e in Figura 8-16 sono diagrammati gli involucri dell'andamento con la profondità del momento flettente e del taglio.

	Prof. (m)	Palo	Combinazione	N (kN)	M (kNm)	V (kN)
<b>Massima Compressione</b>	0.00	11	7	12 144	249	361
<b>Min Compressione / Max Compressione</b>	0.00	11	8	-1 286	74	238
<b>Massimo Momento</b>	4.00	11	4	10 166	628	11
<b>Massimo Taglio</b>	0.00	11	5	11 641	527	426

**Tabella 8-8 - Combinazioni SLU: Sollecitazioni massime con relativa combinazione e numero di palo in cui esse si verificano.**



Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C04

Rev.  
B

Foglio  
33 di 79

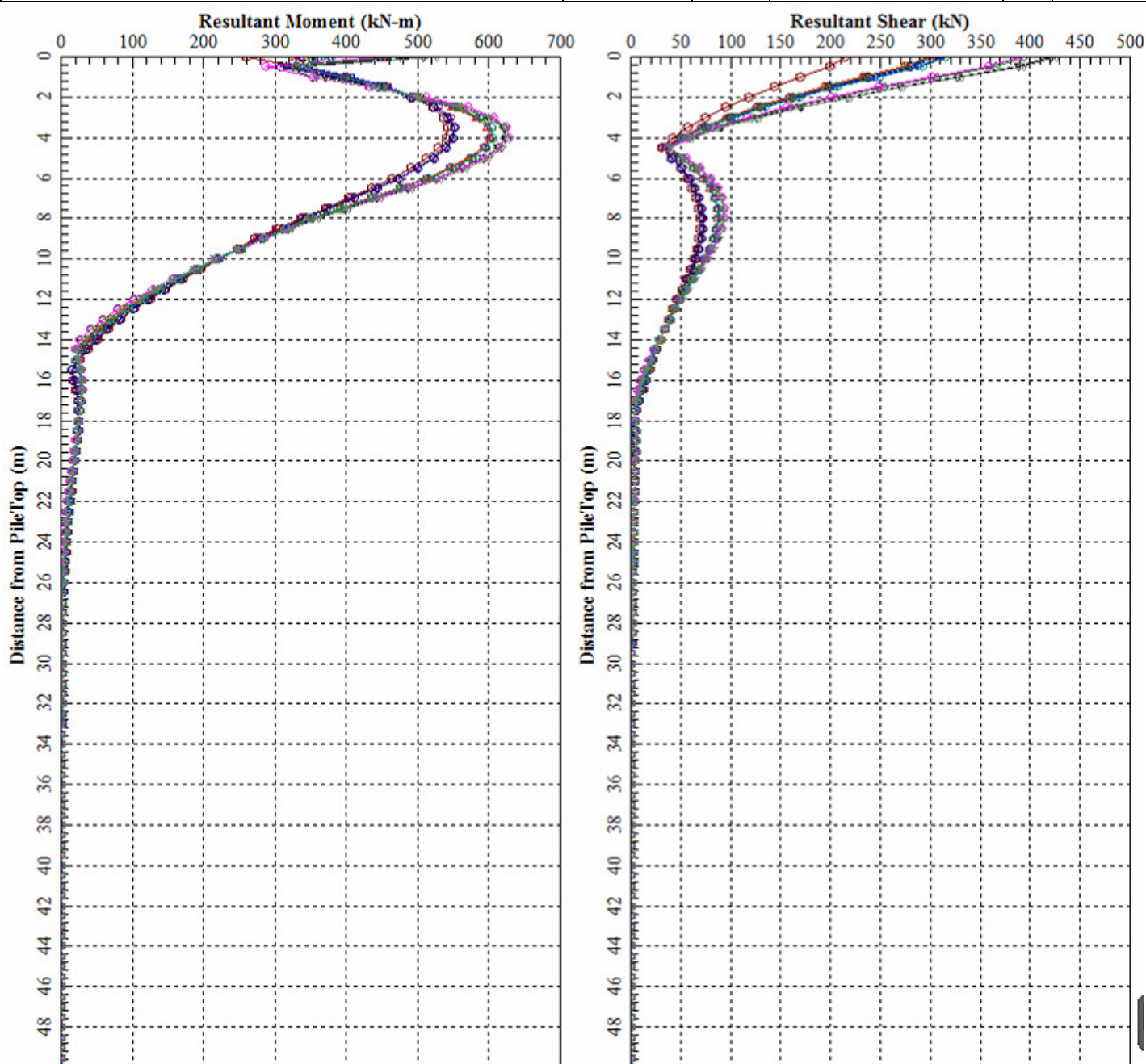


Figura 8-15 - Combinazione statica SLU: involucro massimo dell'andamento con la profondità del momento e del taglio.

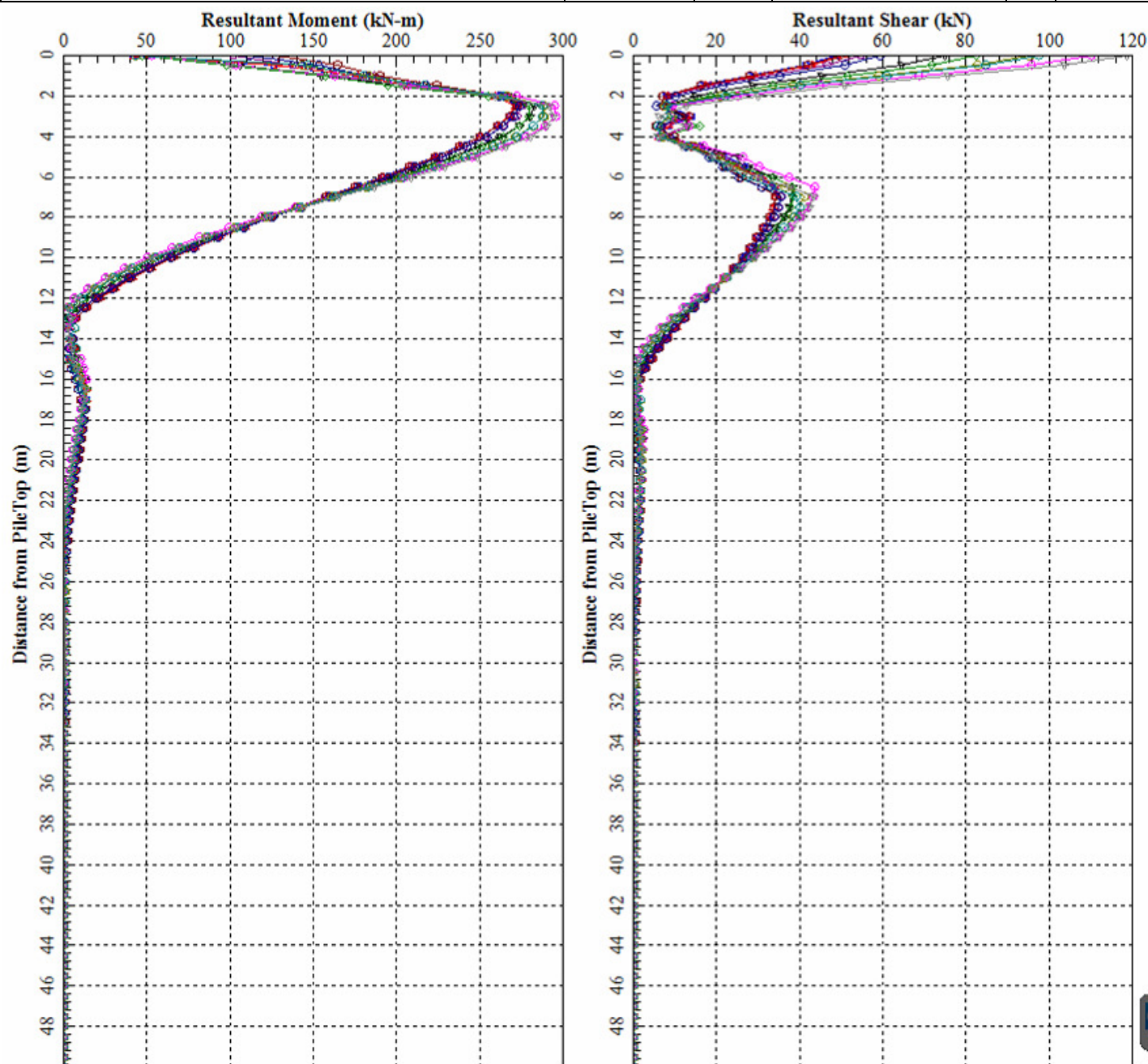




Figura 8-16 - Combinazione statica SLU: involucro minimo dell'andamento con la profondità del momento e del taglio.

### 8.3.1 Spostamenti SLU

Nella Tabella 8-9 si riportano gli spostamenti e le rotazioni ad intradosso plinto e sommità pila; in rosso sono evidenziati i valori massimi e in viola quelli minimi. Gli spostamenti orizzontali (direzione y-2) e direzione z-3) tengono già conto dell'interazione fra pali e sono quindi rappresentativi degli spostamenti orizzontali del gruppo di pali; lo spostamento verticale non tiene conto dell'effetto gruppo.

Il coefficiente amplificativo del cedimento verticale per effetto gruppo  $E_G$  viene valutato in accordo a Mandolini et al. (2005) ed è riportato in Tabella 8-7 (vedasi relazione generale sui criteri Rif. [10] § 8.4), risulta:

$$\delta_{\max} = 4.74E-03 \times 3.21 = 0.0152 \text{ m} = 15.21 \text{ mm}.$$

Contraente 	Progettista 
Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B	Progetto NG12 Lotto 00 Codifica Documento E 09 CL VI0102 C04 Rev. B Foglio 35 di 79

H plinto [m] 2.5						H pila [m] 38	
						Spostamento a testa Pila	
Combinazione	Spost. Verticale lungo Asse 1 (X) [m]	Spost. Orizzontale lungo Asse 2 (Y) [m]	Spost. Orizzontale lungo Asse 3 (Z) [m]	Rotazione attorno all'Asse 2 (Y) [Rad]	Rotazione attorno all'Asse 3 (Z) [Rad]	Spost. Orizzontale lungo Asse 2 (Y) [m]	Spost. Orizzontale lungo Asse 3 (Z) [m]
1	3.31E-03	2.70E-03	2.00E-04	2.72E-05	-5.49E-04	2.49E-02	1.30E-03
2	4.25E-03	-2.82E-03	-2.52E-04	-3.41E-05	5.89E-04	-2.67E-02	-1.63E-03
3	3.31E-03	2.70E-03	2.00E-04	2.72E-05	-5.53E-04	2.51E-02	1.30E-03
4	4.25E-03	-2.82E-03	-2.52E-04	-3.41E-05	5.94E-04	-2.69E-02	-1.63E-03
5	4.14E-03	-1.48E-03	-2.30E-03	-3.26E-04	3.13E-04	-1.41E-02	-1.55E-02
6	2.94E-03	1.42E-03	2.28E-03	3.27E-04	-2.91E-04	1.32E-02	1.55E-02
7	4.17E-03	-1.45E-03	-2.15E-03	-3.83E-04	3.11E-04	-1.41E-02	-1.77E-02
8	3.02E-03	1.40E-03	2.09E-03	3.82E-04	-2.92E-04	1.32E-02	1.76E-02
9	3.25E-03	-2.66E-03	-2.26E-04	-2.99E-05	5.44E-04	-2.47E-02	-1.44E-03
10	4.25E-03	2.81E-03	2.07E-04	2.91E-05	-5.89E-04	2.67E-02	1.38E-03
11	2.91E-03	1.39E-03	1.96E-03	3.29E-04	-2.89E-04	1.31E-02	1.53E-02
12	4.74E-03	-1.02E-03	-2.01E-04	-4.00E-05	2.64E-04	-1.17E-02	-1.82E-03

**Tabella 8-9 - Combinazioni SLU: spostamenti e rotazioni.**

#### 8.4 Sintesi dei risultati relativi agli stati limite ultimi sismici (SLV)

Nella Tabella 8-10 si riportano le sollecitazioni massime di sforzo assiale, taglio e momento con indicato la relativa combinazione di carico e numero identificativo del palo in cui esse si verificano.

In Figura 8-17 e in Figura 8-18 sono diagrammati gli involucri dell'andamento con la profondità del momento flettente e del taglio.

	Prof. (m)	Palo	Combinazione	N (kN)	M (kNm)	V (kN)
<b>Massima Compressione</b>	0.00	11	7	8 996	1 235	624
<b>Min Compressione / Max Compressione</b>	0.00	11	8	929	908	436
<b>Massimo Momento</b>	0.00	11	5	8 965	1 351	654
<b>Massimo Taglio</b>	0.00	11	5	8 965	1 351	654

**Tabella 8-10 - Combinazioni sismiche SLV: Sollecitazioni massime con relativa combinazione e numero di palo in cui esse si verificano.**



Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C04

Rev.  
B

Foglio  
36 di 79

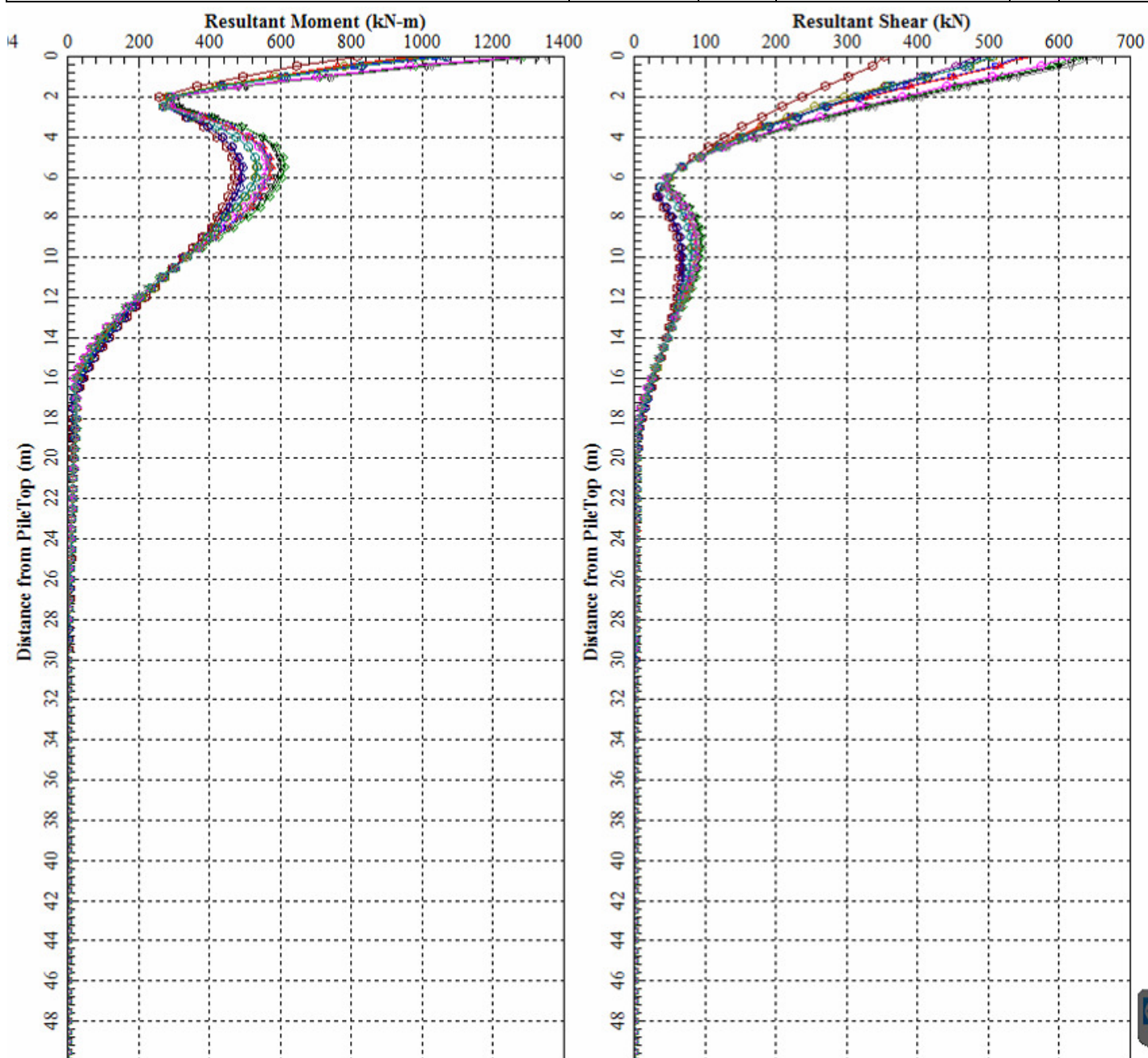


Figura 8-17 - Combinazione sismica SLV: Involuppo massimo dell'andamento con la profondità del momento e del taglio.

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C04

Rev.  
B

Foglio  
37 di 79

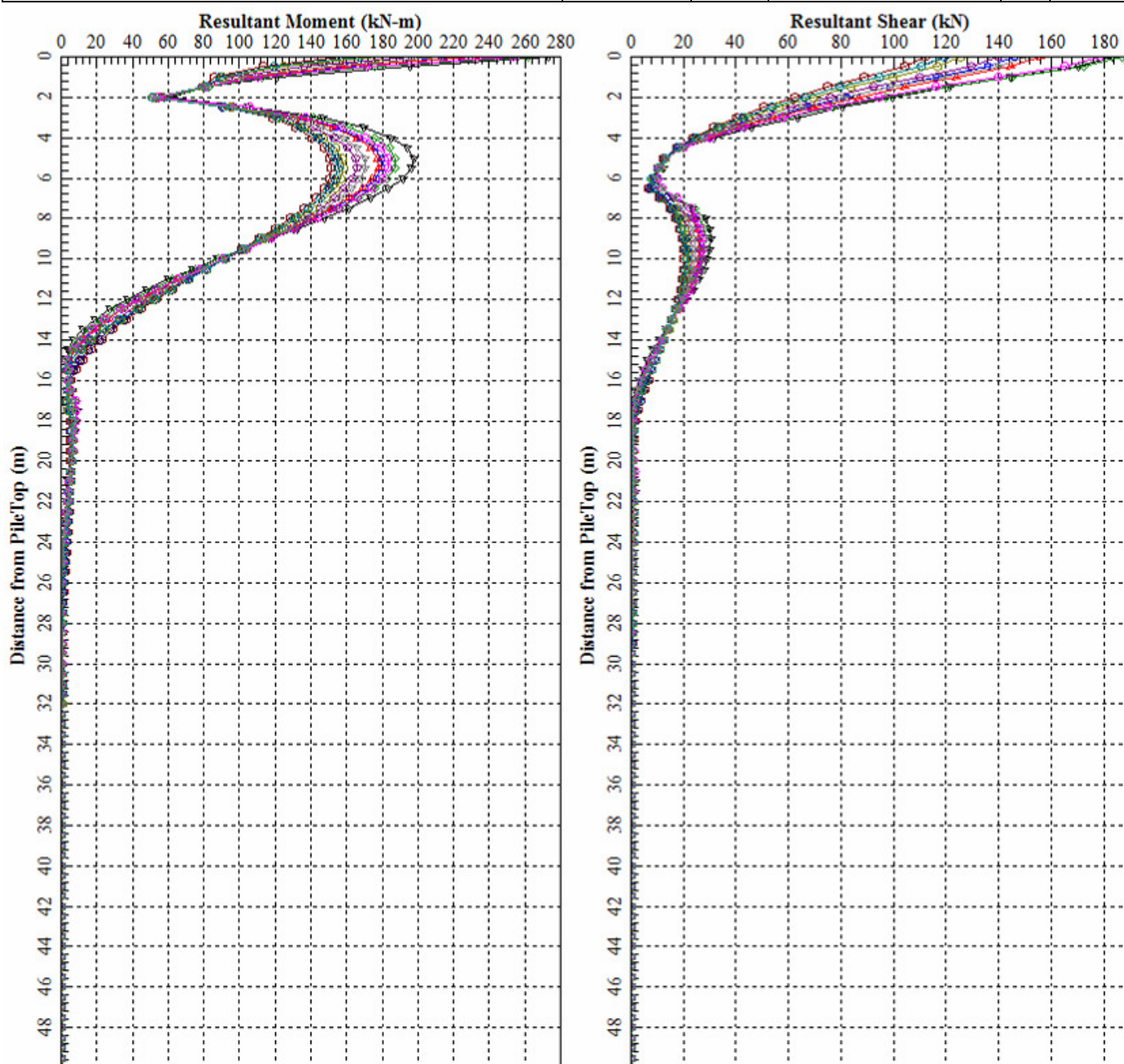


Figura 8-18 - Combinazione sismica SLV: Involuppo minimo dell'andamento con la profondità del momento e del taglio.

#### 8.4.1 Spostamenti SLV

Nella Tabella 8-11 si riportano gli spostamenti e le rotazioni ad intradosso plinto e sommità pila; in rosso sono evidenziati i valori massimi e in viola quelli minimi. Gli spostamenti orizzontali (direzione y-2) e direzione z-3) tengono già conto dell'interazione fra pali e sono quindi rappresentativi degli spostamenti orizzontali del gruppo di pali; lo spostamento verticale non tiene conto dell'effetto gruppo.

Il coefficiente amplificativo del cedimento verticale per effetto gruppo  $E_G$  viene valutato in accordo a Mandolini et al. (2005) ed è riportato in Tabella 8-7 (vedasi relazione generale sui criteri Rif. [10] § 8.4), risulta:

$$\delta_{\max} = 3.35E-03 \times 3.21 = 0.0107 \text{ m} = 10.7 \text{ mm.}$$

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C04

Rev.  
B

Foglio  
38 di 79

H plinto [m]



2.5

H pila [m]

38

Combinazione	Spost. Verticale lungo Asse 1 (X) [m]	Spost. Orizzontale lungo Asse 2 (Y) [m]	Spost. Orizzontale lungo Asse 3 (Z) [m]	Rotazione attorno all'Asse 2 (Y) [Rad]	Rotazione attorno all'Asse 3 (Z) [Rad]	Spostamento a testa Pila	
						Spost. Orizzontale lungo Asse 2 (Y) [m]	Spost. Orizzontale lungo Asse 3 (Z) [m]
1	3.04E-03	3.58E-03	-5.97E-04	-2.25E-05	-4.19E-04	2.06E-02	-1.51E-03
2	2.86E-03	-3.33E-03	4.30E-04	1.38E-05	4.11E-04	-2.00E-02	9.88E-04
3	3.07E-03	3.47E-03	-6.18E-04	-4.00E-05	-5.02E-04	2.38E-02	-2.24E-03
4	2.90E-03	-3.28E-03	-3.76E-04	-1.34E-05	4.59E-04	-2.19E-02	-9.17E-04
5	3.03E-03	-1.38E-03	-3.13E-03	-2.28E-04	2.26E-04	-1.05E-02	-1.24E-02
6	2.77E-03	1.18E-03	3.02E-03	2.16E-04	-2.02E-04	9.35E-03	1.18E-02
7	3.02E-03	-1.27E-03	-3.04E-03	-2.51E-04	1.94E-04	-9.13E-03	-1.32E-02
8	2.85E-03	1.16E-03	2.99E-03	2.41E-04	-1.88E-04	8.76E-03	1.27E-02
9	2.88E-03	-2.18E-03	-3.41E-04	-1.12E-05	2.61E-04	-1.27E-02	-7.96E-04
10	2.98E-03	2.12E-03	-9.48E-04	-7.79E-05	-2.57E-04	1.25E-02	-4.10E-03
11	2.43E-03	8.69E-04	6.57E-04	6.46E-05	-1.47E-04	6.81E-03	3.27E-03
12	3.35E-03	-1.04E-03	-9.04E-04	-8.85E-05	1.93E-04	-8.87E-03	-4.49E-03

Tabella 8-11 - Combinazioni SLV: spostamenti e rotazioni.

Contraente 	Progettista 
Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B	Progetto NG12 Lotto 00 Codifica Documento E 09 CL VI0102 C04 Rev. B Foglio 39 di 79

## 9 VERIFICA AGLI SLU DI TIPO GEOTECNICO

### 9.1 Verifica di capacità portante verticale del palo singolo

La verifica di capacità portata verticale per il singolo palo è stata condotta in accordo ai criteri descritti nel documento di cui al Rif. [10]§ 5-9.2.2; vedasi anche la relazione Rif. [11].

In Figura 9-1 si riporta, per i pali di lunghezza 50.0 m, la capacità portante a compressione ( $R_{c,d}$ ) e a trazione ( $R_{t,d}$ ) del palo isolato secondo l'Approccio 2 (A1+M1+R3).

COMPRESSIONE							TRAZIONE					
DA2. Capacità portante compressione A1+M1+R3							DA2. Capacità portante trazione A1+M1+R3					
L m	$R_{c,s,cal}$ kN	$R_{c,s,cal}/1.25$ kN	$R_{c,b,cal}$ kN	$W'_p$ kN	$R_{c,calc}$ kN	$R_{c,d}$ kN	L m	$R_{t,s,cal}$ kN	$R_{t,b,cal}$ kN	$W'_p$ kN	$R_{t,calc}$ kN	$R_{t,d}$ kN
50	22 410	17 928	6 852	1 325	27 936	12 725	50	17 928		1 325	19 253	9 762

**Tabella 9-1 - Capacità portante a compressione e a trazione dei pali di fondazione secondo l'Approccio 2 (A1+M1+R3).**

Il carico assiale massimo sui pali è riportato nella tabella seguente (vedasi anche Tabella 8-8 e Tabella 8-10).

	$E_d$ [kN]
Massima compressione, $N_{cd,max}$ [kN]	12 144 (SLU)
Massima trazione, $N_{td,max}$ [kN]	1 286 (SLU)

**Tabella 9-2 - Combinazioni SLU e SLV: Sollecitazioni massime di compressione e trazione sui pali.**

Si verifica inoltre che lo sforzo assiale massimo in esercizio (Tabella 9-3) sia inferiore della resistenza laterale di calcolo ( $R_{c,s,cal}$ ) divisa per un fattore pari a 1.25 (Tabella 9-1).

	$E_d$ [kN]
Massima compressione esercizio	8 711 (SLE)

**Tabella 9-3 - Combinazioni SLE: Sollecitazione massima di compressione.**

Nella Tabella 9-4 e grafico di Figura 9-1 si riassumono i risultati delle verifiche di capacità portante.

	$E_d$ [kN]		$R_d$ [kN]	
Massima Compressione	12 144 (SLU)	$\leq$	12 725	VERIFICATO
Massima trazione	1 286 (SLU)	$\leq$	9 762	VERIFICATO
Massima compressione esercizio	8 711 (SLE)	$\leq$	17 928	VERIFICATO

**Tabella 9-4 - Sintesi delle verifiche di capacità portante**

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C04

Rev.  
B

Foglio  
40 di 79

### VI01-P4 - DA2 - Capacità Portante A1+M1+R3 - Palo diametro 1500mm

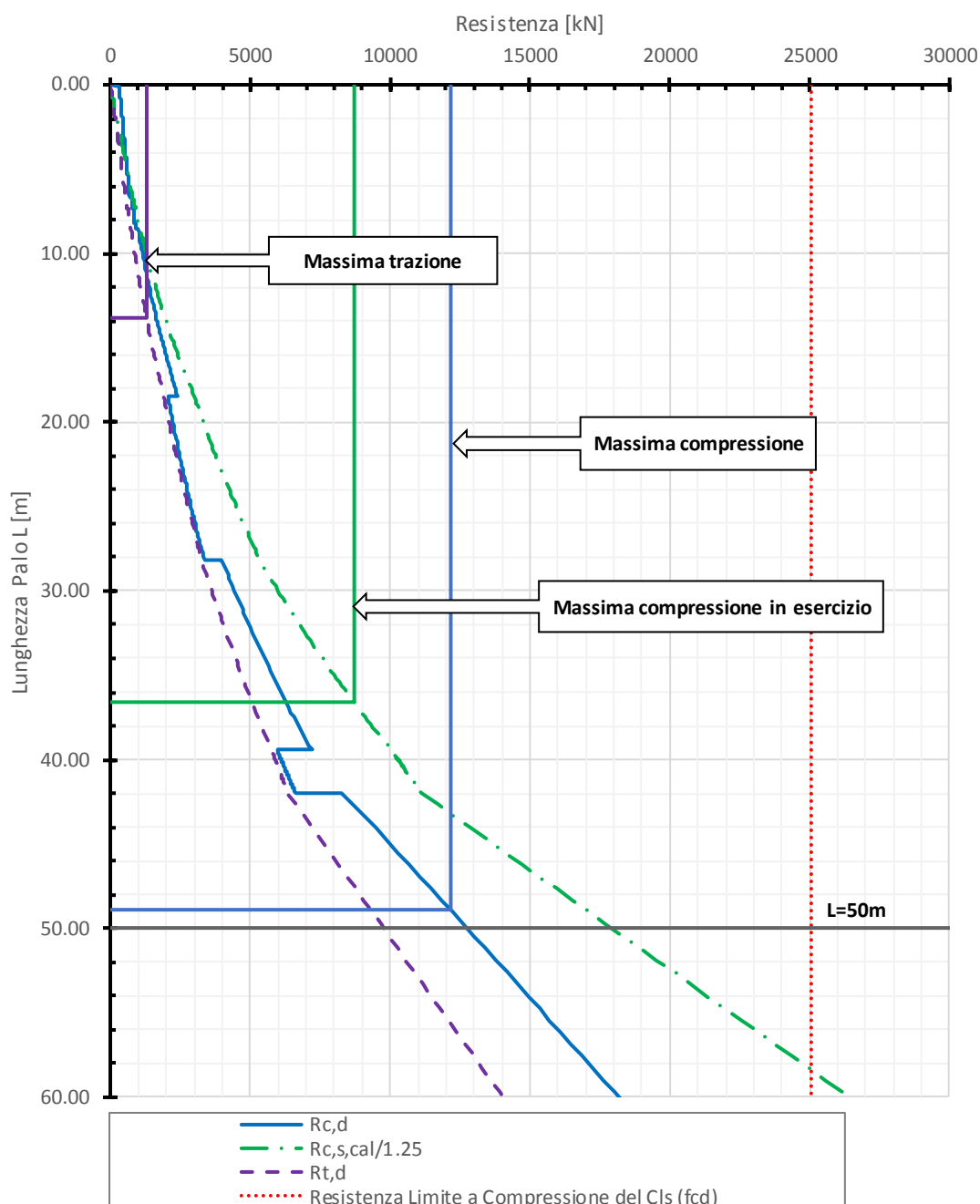


Figura 9-1 - Curve di capacità portante del palo singolo

## 9.2 Verifica di capacità portante verticale gruppo di pali

La verifica di capacità portata verticale del blocco è stata condotta in accordo ai criteri descritti nel documento di cui al Rif. [10]§ 7.1.

Nella seguente tabella si riporta la capacità portante del blocco valutata secondo l'Approccio 2 (A1+M1+R3).



Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C04

Rev.  
B

Foglio  
41 di 79

### Capacità portante verticale del blocco (BS 8004:2015)

#### A1+M1+R3

B (y)	9.30	m	larghezza
L (z)	15.00	m	lunghezza
D	50.00	m	profondità
Ø	1.50	m	diametro palo
Area	1.77	m <sup>2</sup>	area palo
n°	11		numero pali
$\gamma_{R, cap. port.}$	2.30		coefficiente di sicurezza globale per capacità portante

#### Strato 1: COL1

6.65 m

$S_{block}$	0.75		fattore di forma
$c_{u,s,k}$	40	kPa	coesione non drenata
$q_{s,k}$	30	kPa	portanza laterale
$A_{s1}$	323	m <sup>2</sup>	area laterale

#### Strato 2: DAL

1.85 m

$S_{block}$	0.75		fattore di forma
$c_{u,s,k}$	50	kPa	coesione non drenata
$q_{s,k}$	38	kPa	portanza laterale
$A_{s2}$	90	m <sup>2</sup>	area laterale

#### Strato 3: DG

9.95 m

$\varphi_{laterale}$	30.00	°	angolo di resistenza al taglio
$k_0$	0.5		coefficiente di spinta a riposo
$\sigma'_v$	178.72	kPa	pressione verticale efficace media sulle superficie laterale
$S_{block}$	0.75		fattore di forma
$q_{s,k}$	39	kPa	portanza laterale
$A_{s3}$	484	m <sup>2</sup>	area laterale

#### Strato 4: DAL

9.7 m

$S_{block}$	0.75		fattore di forma
$c_{u,s,k}$	65	kPa	coesione non drenata
$q_{s,k}$	49	kPa	portanza laterale
$A_{s4}$	471	m <sup>2</sup>	area laterale

#### Strato 5: DG

11.3 m

$\varphi_{laterale}$	30.00	°	angolo di resistenza al taglio
$k_0$	0.5		coefficiente di spinta a riposo
$\sigma'_v$	382.9	kPa	pressione verticale efficace media sulle superficie laterale
$S_{block}$	0.75		fattore di forma
$q_{s,k}$	83	kPa	portanza laterale
$A_{s5}$	549	m <sup>2</sup>	area laterale

#### Strato 6: ARGalt

2.5 m

$\xi_3$	1.00	-	fattore di confidenza
$S_{block}$	0.75		fattore di forma
$q_s$	112.4	kPa	adesione laterale palo singolo
$q_{s,k}$	85	kPa	portanza laterale caratteristica
$A_{s6}$	122	m <sup>2</sup>	area laterale

#### Strato 7: ARG

8.05 m

$\xi_3$	1.00	-	fattore di confidenza
$S_{block}$	0.75		fattore di forma
$q_s$	224.9	kPa	adesione laterale palo singolo
$q_{s,k}$	169	kPa	portanza laterale caratteristica
$A_{s7}$	391	m <sup>2</sup>	area laterale
$q_b$	3865	kPa	portanza limite palo singolo alla base
$q_{b,k}$	3865		portanza alla base caratteristica
$A_b$	140	m <sup>2</sup>	area della base
$R_{block,c,d}$	311 373	kN	resistenza di progetto

Tabella 9-5 - Capacità portante del blocco (Approccio 2 A1+M1+R3).

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C04

Rev.  
B

Foglio  
42 di 79

Dalle sollecitazioni riportate in Tabella 7-6 e in Tabella 7-8 si ricava il carico verticale massimo ad intradosso plinto che risulta inferiore alla portanza del blocco.

	<b>E<sub>d</sub> [kN]</b>
<b>Carico verticale massimo, N<sub>Rd,max</sub> [kN]</b>	87 276 (SLU)

**Tabella 9-6 - Combinazioni SLU e SLV: Carico verticale massimo ad intradosso plinto.**

### 9.3 Verifica di capacità portante orizzontale del gruppo di pali

La verifica di capacità portata orizzontale del gruppo di pali è stata condotta con i criteri descritti nel documento di cui al Rif. [10] § costruendo il dominio di resistenza sulla base dei tagli resistenti nelle due direzioni determinati riducendo il carico p delle curve p-y del fattore:

$$\frac{1}{(\xi \cdot \gamma_T)} = \frac{1}{(1.7 \cdot 1.3)} = 0.45.$$

Nell'analisi si tiene conto anche dell'interazione fra i pali (effetto ombra) in accordo a Reese & Van Impe.

Nella tabella seguente si riportano i valori del taglio resistente ( $V_{rdy}$ ,  $V_{rdz}$ ) nelle direzioni  $\pm y$  e  $\pm z$ :

<b>V<sub>rdy</sub> (+)</b>	Taglio resistente in direzione +y	7 500 [kN]
<b>V<sub>rdy</sub> (-)</b>	Taglio resistente in direzione -y	-7 500 [kN]
<b>V<sub>rdz</sub> (+)</b>	Taglio resistente in direzione +z	7 500 [kN]
<b>V<sub>rdz</sub> (-)</b>	Taglio resistente in direzione -z	-7 500 [kN]

**Tabella 9-7 – Taglio resistente del gruppo di pali in direzione y e z.**

Nella figura seguente all'intorno del dominio di rottura sono rappresentati i valori dei tagli sollecitanti di Tabella 7-8 per gli SLU e di Tabella 7-6 per lo SLV da cui risulta che:

$$V_{Ed,max} \leq V_{Rd}$$

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C04

Rev.  
B

Foglio  
43 di 79

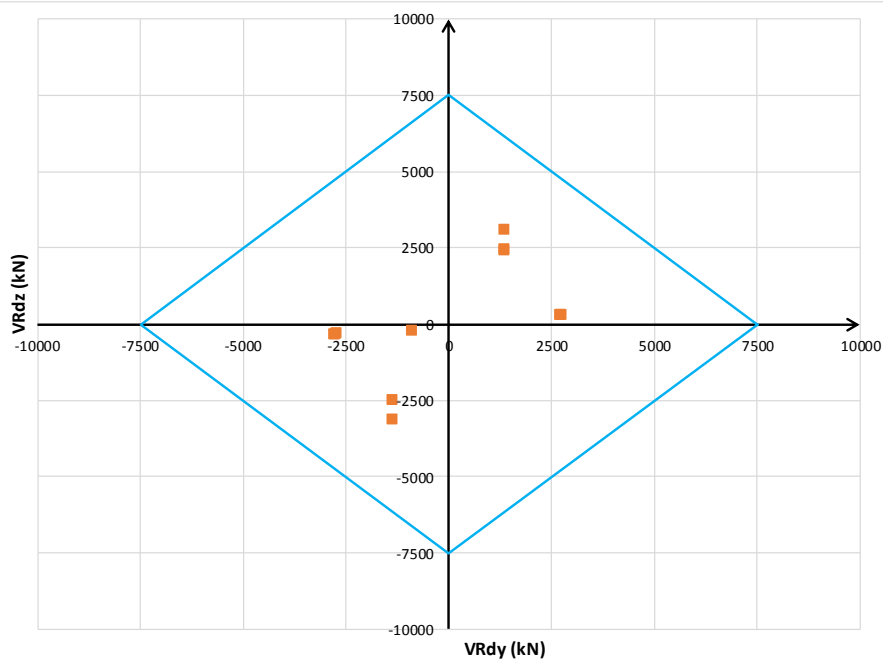


Figura 9-2 - Dominio di resistenza per la verifica alle azioni orizzontali per combinazione SLU

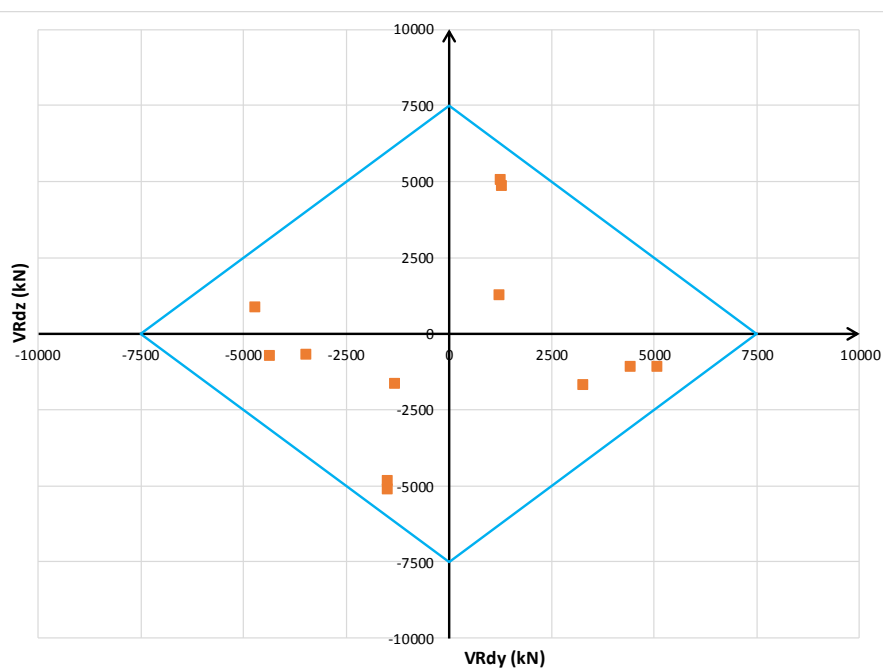


Figura 9-3 - Dominio di resistenza per la verifica alle azioni orizzontali per combinazione SLV

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C04

Rev.  
B

Foglio  
44 di 79

## 10 VERIFICA DEI PALI AGLI SLU E SLE DI TIPO STRUTTURALE

Nel seguito si riportano le verifiche strutturali nei confronti del raggiungimento della resistenza strutturale dei pali di fondazione la cui armatura di riferimento (gabbia n.1) è riportata nella figura seguente.

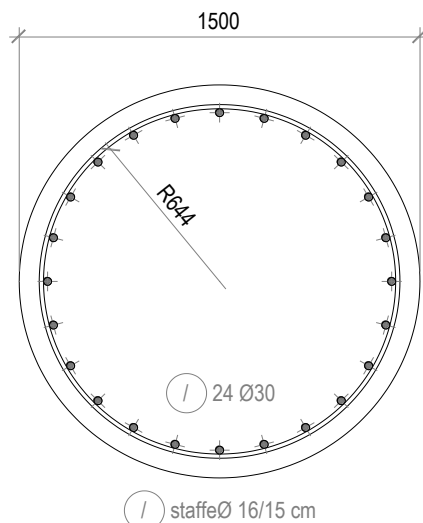


Figura 10-1 - Armatura palo.

Numero Gabbia	Lunghezza gabbia [m]	Armatura longitudinale	Armatura a taglio
1-2	12.00	24Ø30	Ø16/150
3	12.00	24Ø26	Ø12/150
4	12.00	24Ø24	Ø12/150
5	9.70	24Ø24	Ø12/150

Tabella 10-1 - Armatura prevista a flessione per il palo di fondazione.

Si riporta di seguito l'esito delle verifiche condotte allo SLU, SLV e allo SLE. Le stesse sono state effettuate con l'ausilio del programma di calcolo RC-SEC (Rif. [22]).

### 10.1 Verifica allo SLU in condizioni statiche a presso-tenso flessione

La verifica a presso-tenso flessione di seguito riportata è condotta con riferimento alle sollecitazioni statiche SLU di Tabella 8-8; come risulta dalla Figura 8-15, Figura 8-16 a profondità maggiori di 18.0 m da testa palo, le sollecitazioni flessionali si riducono notevolmente.

Nel seguente prospetto sono riportati i seguenti parametri:

- Palo: indicazione del palo maggiormente sollecitato, secondo la numerazione di Figura 8-2;
- ID: condizione di carico;
- $N_{sd}$ : sollecitazione assiale agente nella sezione di interesse;
- $M_{sd}$ : sollecitazione flessionale agente nella sezione di interesse;
- FS: Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra  $(N_{Rd}, M_{Rd})$  e  $(N_{sd}, M_{sd})$  con  $N_{Rd}$  e  $M_{Rd}$  valori di resistenza a sforzo normale e flessionale.

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C04

Rev.  
B

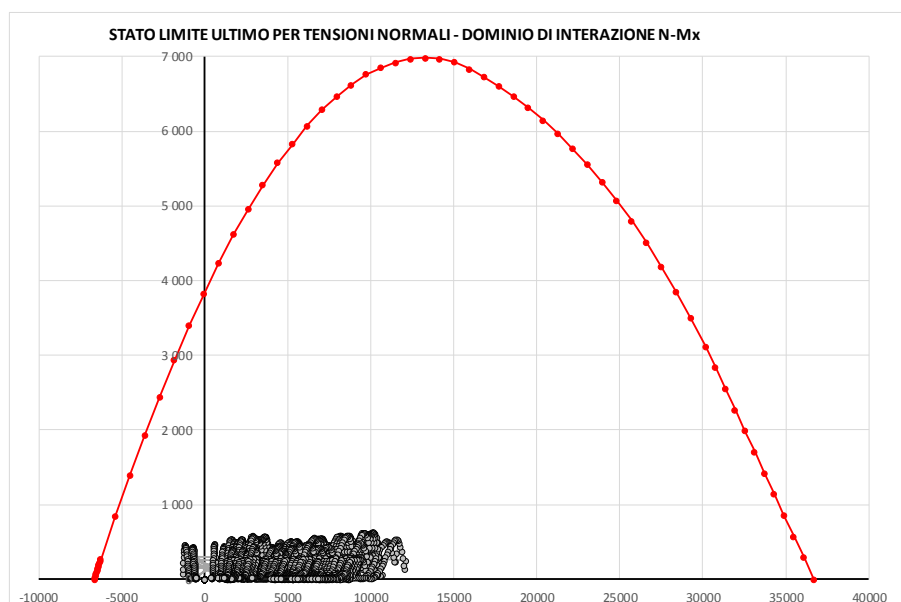
Foglio  
45 di 79

	Palo	ID	N <sub>sd</sub> [kN]	M <sub>sd</sub> [kNm]	FS [-]
Massima Compressione	11	7	12 144	249	27.96
Min Compressione / Max Trazione	11	8	-1 286	74	43.53
Massimo Momento	11	4	10 166	628	10.83
Massimo Taglio	11	5	11 641	527	13.15

**Tabella 10-2- Verifiche a presso/tenso-flessione agli SLU per le condizioni di carico più gravose**

Le verifiche risultano soddisfatte.

In Figura 10-2 viene riportato il dominio di interazione N-M all'interno del quale sono state graficate tutte le coppie sollecitanti N-M di ogni palo e per ogni combinazione di carico SLU. Le sollecitazioni graficate sono relative all'intervallo compreso tra la quota di testa palo e la profondità di 19.10m (fine della seconda gabbia di armatura). Tutti i punti N-M sono all'interno del dominio, pertanto la verifica è soddisfatta.



**Figura 10-2 – Dominio di interazione N-M per la combinazione SLU**

## 10.2 Verifica allo SLU in condizioni statiche a taglio

La verifica a taglio di seguito riportata è condotta con riferimento alle sollecitazioni statiche SLU di Tabella 8-8; come risulta dalla Figura 8-15, Figura 8-16 a profondità maggiori di 18.0 m da testa palo le sollecitazioni taglianti si riducono notevolmente.

Nel seguente prospetto sono riportati i seguenti parametri:

- Palo: indicazione del palo maggiormente sollecitato, secondo la numerazione di Figura 8-2;
- ID: condizione di carico;
- V<sub>sd</sub>: sollecitazione di taglio agente nella sezione di interesse;
- V<sub>Rd</sub>: resistenza a taglio di progetto;
- FS: Misura sicurezza = rapporto tra V<sub>Rd</sub> e V<sub>sd</sub> con V<sub>Rd</sub> valore di resistenza a taglio.

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLV10102C04B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL V10102 C04

Rev.  
B

Foglio  
46 di 79

	Palo	ID	V <sub>sd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	FS [-]
Massima Compressione	11	7	361	2 393	6.63
Min Compressione / Max Trazione	11	8	238	3 092	12.98
Massimo Momento	11	4	11	2 462	227.54
Massimo Taglio	11	5	426	2 410	5.66

**Tabella 10-3 - Verifiche a taglio agli SLU per le condizioni di carico più gravose**

Le verifiche risultano soddisfatte.

### 10.3 Verifica allo SLU in condizioni sismiche a presso-tenso flessione

La verifica a presso-tenso flessione di seguito riportata è condotta con riferimento alle sollecitazioni sismiche SLV di Tabella 8-10; come risulta dalla Figura 8-17, Figura 8-18, a profondità maggiori di 18.0 m da testa palo, le sollecitazioni flessionali si riducono notevolmente.

Nel seguente prospetto sono riportati i seguenti parametri:

- Palo: indicazione del palo maggiormente sollecitato, secondo la numerazione di Figura 8-2;
- ID: condizione di carico;
- N<sub>sd</sub>: sollecitazione assiale agente nella sezione di interesse;
- M<sub>sd</sub>: sollecitazione flessionale agente nella sezione di interesse;
- FS: Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N<sub>Rd</sub>, M<sub>Rd</sub>) e (N<sub>sd</sub>, M<sub>sd</sub>) con N<sub>Rd</sub> e M<sub>Rd</sub> valori di resistenza a sforzo normale e flessionale valutati in campo sostanzialmente elastico.

	Palo	ID	N <sub>sd</sub> [kN]	M <sub>sd</sub> [kNm]	FS [-]
Massima Compressione	11	7	8 996	1 235	4.52
Min Compressione / Max Trazione	11	8	929	908	3.39
Massimo Momento	11	5	8 965	1 351	4.14
Massimo Taglio	11	5	8 965	1 351	4.14

**Tabella 10-4 - Verifiche a presso/tenso-flessione agli SLU per le condizioni di carico più gravose**

Le verifiche risultano soddisfatte.

In Figura 10-3 viene riportato il dominio di interazione N-M'yd in campo sostanzialmente elastico, all'interno del quale sono state graficate tutte le coppie sollecitanti N-M di ogni palo e per ogni combinazione di carico SLV. Le sollecitazioni graficate sono relative all'intervallo compreso tra la quota di testa palo e la profondità di 19.10m (fine della seconda gabbia di armatura). Tutti i punti N-M sono all'interno del dominio, pertanto la verifica è soddisfatta.

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C04

Rev.  
B

Foglio  
47 di 79

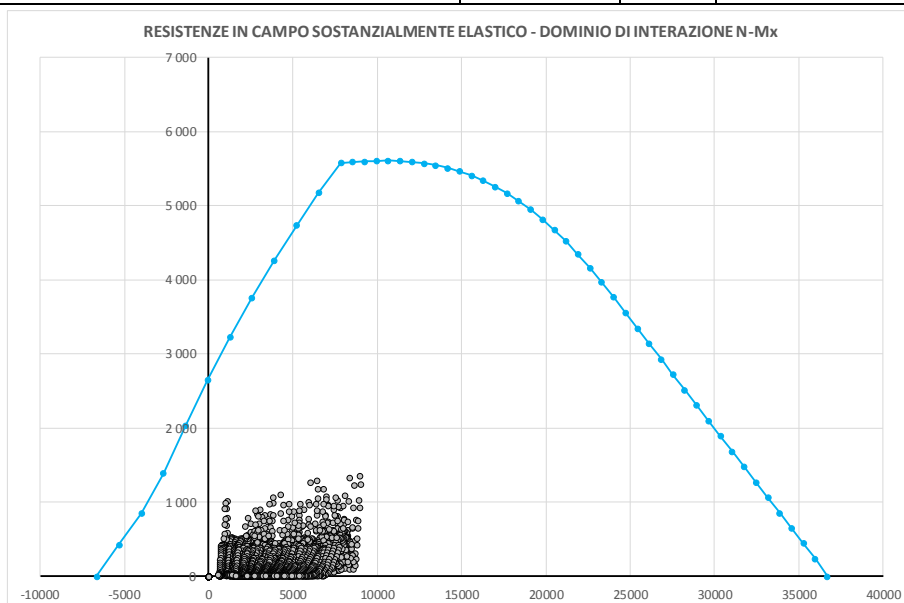


Figura 10-3– Dominio di interazione N-M per la combinazione SLV in campo sostanzialmente elastico

#### 10.4 Verifica allo SLU in condizioni sismiche a taglio

La verifica a taglio di seguito riportata è condotta con riferimento alle sollecitazioni sismiche SLV di Tabella 8-10; come risulta dalla Figura 8-17, Figura 8-18, a profondità maggiori di 18.0 m da testa palo, le sollecitazioni taglianti si riducono notevolmente.

Nel seguente prospetto sono riportati i seguenti parametri:

- Palo: indicazione del palo maggiormente sollecitato, secondo la numerazione di Figura 8-2;
- ID: condizione di carico;
- $V_{sd}$ : sollecitazione di taglio agente nella sezione di interesse;
- $V_{Rd}$ : resistenza a taglio di progetto;
- FS: Misura sicurezza = rapporto tra  $V_{Rd}$  e  $V_{sd}$  con  $V_{Rd}$  valore di resistenza a taglio.

	Palo	ID	$V_{sd}$ [kN]	$V_{Rd}$ [kN]	FS [-]
Massima Compressione	11	7	624	2 418	3.87
Min Compressione / Max Trazione	11	8	436	2 719	6.23
Massimo Momento	11	5	654	2 419	3.70
Massimo Taglio	11	5	654	2 419	3.70

Tabella 10-5 - Verifiche a taglio agli SLU per le condizioni di carico più gravose



Le verifiche risultano soddisfatte.

#### 10.5 Verifiche agli SLE di tipo STR

Si riporta di seguito l'esito delle verifiche condotte allo SLE.

##### 10.5.1 Verifica di apertura delle fessure

Nel seguente prospetto sono riportati i seguenti parametri:

Contraente 	Progettista 
Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B	Progetto NG12 Lotto 00 Codifica Documento E 09 CL VI0102 C04 Rev. B Foglio 48 di 79

- Palo: indicazione del palo maggiormente sollecitato, secondo la numerazione di Figura 8-2;
- ID: condizione di carico;
- $N_{sd}$ : sollecitazione assiale agente nella sezione di interesse;
- $M_{sd}$ : sollecitazione flessionale agente nella sezione di interesse;
- $w_{k,lim}$ : valore limite di apertura della fessura per condizioni ambientali aggressive, vedasi “Relazione dei Criteri di Progettazione Geotecnica” (Rif. [10]);
- $w_k$ : valore calcolato di apertura della fessura
- $\sigma_{c,max}$ : massima tensione di compressione determinata nel conglomerato (>0 se di compressione).

SLE-FREQUENTE							
	Palo	ID	$N_{sd}$ [kN]	$M_{sd}$ [kNm]	$w_{k,lim}$ [mm]	$w_k$ [mm]	$\sigma_{s,max}$ [MPa]
Massima Compressione	11	19	6 753	51	0.20	0.00	48.50
Min. Compressione / Max. Trazione	11	23	2 966	170	0.20	0.00	16.60
Massimo Momento	1	13	6 085	211	0.20	0.00	38.40
Massimo Taglio	1	18	6 149	146	0.20	0.00	40.90

Tabella 10-6 - Verifica apertura delle fessure combinazione SLE frequente

Le verifiche risultano soddisfatte.

SLE-QUASI PERMANENTE						
	Palo	ID	$N_{sd}$ [kN]	$M_{sd}$ [kNm]	$w_{k,lim}$ [mm]	$w_k$ [mm]
Massima Compressione	11	12	6 361	25	0.20	0.00
Min. Compressione / Max. Trazione	11	11	3 543	161	0.20	0.00
Massimo Momento	1	1	5 871	176	0.20	0.00
Massimo Taglio	11	2	6 304	30	0.20	0.00

Tabella 10-7 - Verifica apertura delle fessure combinazione SLE quasi permanente

Le verifiche risultano soddisfatte.

### 10.5.2 Verifica tensionale

In Tabella 10-8 sono riportati i massimi valori delle tensioni lato conglomerato e barre d'armatura agenti sulla sezione di verifica. Nel seguente prospetto sono riportati i valori di:

- Palo: indicazione del palo maggiormente sollecitato, secondo la numerazione di Figura 8-2;
- ID: condizione di carico;
- $N_{sd}$ : sollecitazione assiale agente nella sezione di interesse;
- $M_{sd}$ : sollecitazione flessionale agente nella sezione di interesse;
- $\sigma_{c,max}$ : massima tensione di compressione determinata nel conglomerato (>0 se di compressione);
- $\sigma_{c,min}$ : minima tensione di compressione determinata nel conglomerato (>0 se di compressione);
- $\sigma_{s,max}$ : massima tensione di trazione determinata nelle barre d'armatura (>0 se di compressione).



Contraente		Progettista				
						
Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B		Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0102 C04	Rev. B	Foglio 49 di 79

SLE-RARA							
	Palo	ID	N <sub>sd</sub> [kN]	M <sub>sd</sub> [kNm]	σ <sub>c,max</sub> [MPa]	σ <sub>c,min</sub> [MPa]	σ <sub>s,max</sub> [MPa]
Massima Compressione	11	31	8 711	160	4.71	3.91	59.50
Min. Compressione / Max. Trazione	11	32	511	306	1.29	0.00	-15.60
Massimo Momento	11	28	7 125	387	4.49	2.56	40.50
Massimo Taglio	11	29	8 336	356	5.01	3.24	50.40

Tabella 10-8 - Massimi valori di tensione lato conglomerato e lato barre d'armatura agli SLE-RARA

Le verifiche risultano soddisfatte in quanto:

- allo SLE in combinazione di carico rara le massime tensioni rispettivamente su calcestruzzo e barre d'armatura risultano inferiori ai limiti imposti dalle vigenti NTC18 pari a:
  - $\sigma_{c,lim}=0.60 \cdot f_{ck} = 18.0 \text{ MPa}$ ;
  - $\sigma_{s,lim}=0.80 \cdot f_{yk} = 360.0 \text{ MPa}$ .

SLE-QUASI PERMANENTE							
	Palo	ID	N <sub>sd</sub> [kN]	M <sub>sd</sub> [kNm]	σ <sub>c,max</sub> [MPa]	σ <sub>c,min</sub> [MPa]	σ <sub>s,max</sub> [MPa]
Massima Compressione	11	12	6 361	25	3.21	3.08	46.40
Min. Compressione / Max. Trazione	11	11	3 543	161	2.15	1.35	21.10
Massimo Momento	1	1	5 871	176	3.34	2.47	37.90
Massimo Taglio	11	2	6 304	30	3.19	3.04	45.80

Tabella 10-9 - Massimi valori di tensione lato conglomerato agli SLE-QUASI PERMANENTE

Le verifiche risultano soddisfatte in quanto:

- allo SLE in combinazione di carico quasi permanente le massime tensioni sul calcestruzzo risultano inferiori ai limiti imposti dalle vigenti NTC18 pari a:
  - $\sigma_{c,lim}=0.45 \cdot f_{ck} = 13.50 \text{ MPa}$ .

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C04

Rev.  
B

Foglio  
50 di 79

## 11 TABULATI DI INPUT MODELLI GROUP

Di seguito si riportano i tabulati di input dei modelli sviluppati con il software Group (vedasi Rif. [21])

### 11.1 Tabulati di input modelli SLU, combinazioni statiche

VI01 - Pila 4

GROUP2016.10.13

\* Analysis Parameters

2 3 0 0 0 0 0 1 1 1 0 0 1 1 1 1 0 1 0 0 1

\* Pile Cap Dimensions

0 0 2.5 0 0 0

\* Load Cases

12 0 0 1 0

0 1 0 0 100000000 100 100

0.0001 0.0001 1 1

P4-V2max-SLUstr.13- v.16bmu3

1 0 0 0 1 0 0 0

2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0

1

0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1

1

62036 2765 -106680 292 10178 95 0 0 0

0

0

0 1 0 0 100000000 100 100

0.0001 0.0001 1 1

P4-V2min-SLUstr.6- v.16bmu3

1 0 0 0 1 0 0 0

2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0

1

0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1

1

77728 -2763 107265 -362 -11828 -94 0 0 0

0

0

0 1 0 0 100000000 100 100

0.0001 0.0001 1 1

P4-M3max-SLUstr.13- v.16bmu3

1 0 0 0 1 0 0 0

2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0

1

0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1

1

62036 2740 -107595 292 10178 95 0 0 0

0

0

0 1 0 0 100000000 100 100

0.0001 0.0001 1 1

P4-M3min-SLUstr.6- v.16bmu3

1 0 0 0 1 0 0 0

2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0

1

0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1

1

77728 -2738 108203 -362 -11828 -94 0 0 0

0

0

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C04

Rev.  
B

Foglio  
51 di 79

```

0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P4-V3max-SLUstr.5- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
76104 -1352 58009 -3133 -115175 -56 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P4-V3min-SLUstr.12- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
55581 1365 -57914 3078 125068 55 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P4-M2max-SLUstr.5- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
76113 -1352 57871 -2502 -138644 -55 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P4-M2min-SLUstr.12- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
56630 1362 -57906 2394 148450 54 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P4-Tmax-SLUstr.13- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
61058 -2726 106142 -332 -11198 -100 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P4-Tmin-SLUstr.6- v.16bmu3

```

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C04

Rev.  
B

Foglio  
52 di 79

```

1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1
1
77727 2740 -107319 292 10126 101 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P4-Pmax-SLUstr.12- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1
1
55007 1364 -57854 2445 128001 54 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P4-Pmin-SLUstr.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1
1
87276 -880 48068 -253 -13878 -52 0 0 0
0
0
* Load Combinations
0 0 0 1 0
* Distributed Load Sets
0
* Pile Group Configuration
11
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 3.8971 6.75 0 90 0 -2.5
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 3.8971 2.25 0 90 0 -2.5
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 3.8971 -2.25 0 90 0 -2.5
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 3.8971 -6.75 0 90 0 -2.5
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 0 4.5 0 90 0 -2.5
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 0 0 0 90 0 -2.5
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 0 -4.5 0 90 0 -2.5
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1

```

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C04

Rev.  
B

Foglio  
53 di 79

```

0 0 1 1 1 1 1
0 -3.8971 6.75 0 90 0 -2.5
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 -3.8971 2.25 0 90 0 -2.5
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 -3.8971 -2.25 0 90 0 -2.5
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 -3.8971 -6.75 0 90 0 -2.5
* Pile Properties
1
0 1
100 50 2
0 50 1
* Pile Cross Sections
1
0 0 1 0
Ø1500
1500 0 1 1 0 0 0.1 0.1
13000000 1767145.9 2.4850489E11 2.4850489E11 4.9700978E11 6461127.1 0 0 30000000 0 0
0 0 0 0 1
None
* Soil Layers
9
0 3
-2.5 0.01
2 10
19 40 29 16300 600000 0.007 0 0 0 0
19 40 29 16300 600000 0.007 0 25.5 406 0
1 2
0.01 1.19
2 10
9 40 29 55000 600000 0.007 0 25.5 406 0
9 40 29 55000 600000 0.007 0 32 430 0
2 2
1.19 6.65
2 10
9 40 0 55000 5000000 0.007 30 32 430 0
9 40 0 55000 5000000 0.007 30 32 534 0
3 2
6.65 8.5
2 10
9 50 30 55000 1000000 0.007 0 40 624 0
9 50 30 55000 1000000 0.007 0 40 659 0
4 8
8.5 18.45
2 10
11 65 30 25000 0 0.007 0.5 35.8 770 0
11 65 30 25000 0 0.007 0.5 67.4 1450 0
5 2
18.45 28.15
2 10
9 65 0 55000 900000 0.007 15 53.7 1003 0
9 65 0 55000 900000 0.007 15 73.8 1187 0
6 8
28.15 39.45

```

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C04


Rev.  
B

Foglio  
54 di 79

```

2 10
11 3000 30 25000 1350000 0.0005 17 92.6 1992 0
11 3000 30 25000 1350000 0.0005 17 128.5 2764 0
7 9
39.45 41.95
2 10
16.5 2000 0 0 138000 0.0005 15 112.4 1169 0
16.5 2000 0 0 138000 0.0005 15 112.4 1243 0
8 9
41.95 77.5
2 10
17 5500 0 0 400000 0.0005 50 224.9 3428 0
17 5500 0 0 400000 0.0005 50 224.9 5201 0
* Generated LD curves
1
1
* Generated TR curves
1
1
* User defined MC curves
1
1 1
0
1 1
0 0
* Internally Generated MC curves
1
1 1
0
0
1 1
0 0
1 1
0
0
1 1
0 0
* Reduction Factor for Lateral Loads along Depth
1
1 1
0 1 1
* End of file

```

Contraente  	Progettista  				
Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B	Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0102 C04	Rev. B	Foglio 55 di 79

## 11.2 Tabulati di input modelli SLU, combinazioni sismiche

```

VI01 - Pila 4
GROUP2016.10.13
* Analysis Parameters
2 3 0 0 0 0 0 1 1 1 0 0 1 1 1 1 0 1 0 0 1
* Pile Cap Dimensions
0 0 2.5 0 0 0
* Load Cases
12 0 0 1 0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P4-V2max-SIS.TH.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1
1
58077 5064 -73901 -1124 -6132 59 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P4-V2min-SIS.TH.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1
1
54882 -4699 74538 844 3390 -52 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P4-M3max-SIS.TH.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1
1
58192 4423 -93376 -1086 -13303 55 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P4-M3min-SIS.TH.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1
1
55334 -4349 85727 -737 -3473 -42 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P4-V3max-SIS.TH.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0

```

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C04

Rev.  
B

Foglio  
56 di 79

```

1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1
1
58009 -1500 43477 -5116 -77979 -33 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P4-V3min-SIS.TH.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1
1
53623 1250 -39755 5022 74744 30 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P4-M2max-SIS.TH.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1
1
57882 -1478 36833 -4850 -88056 -21 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P4-M2min-SIS.TH.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1
1
54990 1302 -36378 4830 84989 21 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P4-Tmax-SIS.TH.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1
1
55941 -3460 45768 -722 -2652 -88 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P4-Tmin-SIS.TH.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1
1

```



Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C04

Rev.  
B

Foglio  
57 di 79

```

57752 3284 -45410 -1700 -27203 100 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P4-Pmax-SIS.TH.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1
1
48113 1235 -28684 1238 24006 27 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P4-Pmin-SIS.TH.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1
1
64270 -1318 36632 -1658 -30898 -27 0 0 0
0
0
* Load Combinations
0 0 0 1 0
* Distributed Load Sets
0
* Pile Group Configuration
11
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 3.8971 6.75 0 90 0 -2.5
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 3.8971 2.25 0 90 0 -2.5
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 3.8971 -2.25 0 90 0 -2.5
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 3.8971 -6.75 0 90 0 -2.5
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 0 4.5 0 90 0 -2.5
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 0 0 0 90 0 -2.5
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 0 -4.5 0 90 0 -2.5
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 -3.8971 6.75 0 90 0 -2.5
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 -3.8971 2.25 0 90 0 -2.5

```

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C04

Rev.  
B

Foglio  
58 di 79

```

2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 -3.8971 -2.25 0 90 0 -2.5
2 2 1 0 0 0 0 0 1 1
0 0 1 1 1 1 1
0 -3.8971 -6.75 0 90 0 -2.5
* Pile Properties
1
0 1
100 50 2
0 50 1
* Pile Cross Sections
1
0 0 1 0
Ø1500
1500 0 1 1 0 0 0.1 0.1
13000000 1767145.9 2.4850489E11 2.4850489E11 4.9700978E11 6461127.1 0 0 30000000 0 0
0 0 0 0 1
None
* Soil Layers
9
0 3
-2.5 0.01
2 10
19 40 29 16300 600000 0.007 0 0 0 0
19 40 29 16300 600000 0.007 0 25.5 406 0
1 2
0.01 1.19
2 10
9 40 29 55000 600000 0.007 0 25.5 406 0
9 40 29 55000 600000 0.007 0 32 430 0
2 2
1.19 6.65
2 10
9 40 0 55000 5000000 0.007 30 32 430 0
9 40 0 55000 5000000 0.007 30 32 534 0
3 2
6.65 8.5
2 10
9 50 30 55000 1000000 0.007 0 40 624 0
9 50 30 55000 1000000 0.007 0 40 659 0
4 8
8.5 18.45
2 10
11 65 30 25000 0 0.007 0.5 35.8 770 0
11 65 30 25000 0 0.007 0.5 67.4 1450 0
5 2
18.45 28.15
2 10
9 65 0 55000 900000 0.007 15 53.7 1003 0
9 65 0 55000 900000 0.007 15 73.8 1187 0
6 8
28.15 39.45
2 10
11 3000 30 25000 1350000 0.0005 17 92.6 1992 0
11 3000 30 25000 1350000 0.0005 17 128.5 2764 0
7 9
39.45 41.95

```

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B

Progetto  
NG12



Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C04

Rev.  
B

Foglio  
59 di 79

2 10  
16.5 2000 0 0 138000 0.0005 15 112.4 1169 0  
16.5 2000 0 0 138000 0.0005 15 112.4 1243 0  
8 9  
41.95 77.5  
2 10  
17 5500 0 0 400000 0.0005 50 224.9 3428 0  
17 5500 0 0 400000 0.0005 50 224.9 5201 0  
\* Generated LD curves  
1  
1  
\* Generated TR curves  
1  
1  
\* User defined MC curves  
1  
1 1  
0  
1 1  
0 0  
\* Internally Generated MC curves  
1  
1 1  
0  
0  
1 1  
0 0  
1 1  
0  
0  
1 1  
0 0  
\* Reduction Factor for Lateral Loads along Depth  
1  
1 1  
0 1 1  
\* End of file

Contraente  	Progettista  				
Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B	Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0102 C04	Rev. B	Foglio 60 di 79

### 11.3 Tabulati di input modelli SLE

```

VI01 - Pila 4
GROUP2016.10.13
* Analysis Parameters
2 3 0 0 0 0 0 1 1 1 0 0 1 1 1 1 0 1 0 0 1
* Pile Cap Dimensions
0 0 2.5 0 0 0
* Load Cases
36 0 0 1 0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P4-V2max-SLEqp.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
56865 766 -32539 78 2634 32 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P4-V2min-SLEqp.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
56865 -764 32485 -136 -4239 -30 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P4-M3max-SLEqp.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
56865 766 -32539 78 2634 32 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P4-M3min-SLEqp.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
56865 -764 32485 -136 -4239 -30 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P4-V3max-SLEqp.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0

```

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C04

Rev.  
B

Foglio  
61 di 79

```

1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1
1
56865 -742 31587 -152 -5014 -30 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P4-V3min-SLEqp.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1
1
54768 753 -31961 160 3743 31 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P4-M2max-SLEqp.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1
1
56870 -742 31527 -148 -7514 -29 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P4-M2min-SLEqp.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1
1
55645 751 -31920 113 6210 31 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P4-Tmax-SLEqp.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1
1
56050 -754 32058 -111 -3981 -30 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P4-Tmin-SLEqp.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1
1

```

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C04

Rev.  
B

Foglio  
62 di 79

```

56865 766 -32539 78 2634 32 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P4-Pmax-SLEqp.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
54763 753 -31940 156 6245 31 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P4-Pmin-SLEqp.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
56870 -742 31566 -148 -7516 -29 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P4-V2max-SLEf.3- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
56865 917 -38950 101 3421 38 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P4-V2min-SLEf.3- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
56865 -915 38896 -159 -4980 -36 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P4-M3max-SLEf.3- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
56865 917 -38950 101 3421 38 0 0 0
0
0

```

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C04

Rev.  
B

Foglio  
63 di 79

```

0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P4-M3min-SLEf.3- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
56865 -915 38896 -159 -4980 -36 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P4-V3max-SLEf.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
56865 -742 31598 -614 -6223 -30 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P4-V3min-SLEf.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
54768 753 -31971 623 4951 31 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P4-M2max-SLEf.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
56870 -742 31537 -148 -22799 -29 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P4-M2min-SLEf.2- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
55120 754 -32022 444 23509 31 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P4-Tmax-SLEf.3- v.16bmu3

```

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C04

Rev.  
B

Foglio  
64 di 79

```

1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1
1
56050 -905 38466 -134 -4722 -36 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P4-Tmin-SLEf.3- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1
1
56865 917 -38950 101 3421 38 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P4-Pmax-SLEf.2- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1
1
54238 755 -32040 486 23541 31 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P4-Pmin-SLEf.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1
1
60276 -742 31641 -148 -7582 -29 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P4-V2max-SLEr.6- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1
1
56864 1848 -71246 188 6472 63 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P4-V2min-SLEr.6- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1

```



Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C04

Rev.  
B

Foglio  
65 di 79

```

0 1 1 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1
1
56865 -1846 71231 -245 -7857 -62 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P4-M3max-SLEr.6- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1
1
56864 1829 -71923 188 6472 63 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P4-M3min-SLEr.6- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1
1
56865 -1827 71926 -245 -7857 -62 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P4-V3max-SLEr.5- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1
1
55782 -899 38336 -2142 -76991 -37 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P4-V3min-SLEr.5- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1
1
52142 910 -38640 2107 83404 37 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P4-M2max-SLEr.5- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1
1
55788 -899 38255 -1675 -94049 -36 0 0 0

```

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C04

Rev.  
B

Foglio  
66 di 79

```

0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P4-M2min-SLEr.5- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
53018 908 -38612 1596 100379 36 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P4-Tmax-SLEr.6- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
56050 -1817 70766 -221 -7598 -67 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P4-Tmin-SLEr.6- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
56864 1829 -71262 188 6486 68 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P4-Pmax-SLEr.5- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
51717 909 -38603 1639 85245 36 0 0 0
0
0
0 1 0 0 100000000 100 100
0.0001 0.0001 1 1
P4-Pmin-SLEr.1- v.16bmu3
1 0 0 0 1 0 0 0
2 1 1 0 0.0001 1E-6 1 0 0
1
0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1
1
63937 -584 31646 -176 -9334 -34 0 0 0
0
0
* Load Combinations

```

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C04

Rev.  
B

Foglio  
67 di 79

0 0 0 1 0

\* Distributed Load Sets

0

\* Pile Group Configuration

11

2 2 1 0 0 0 0 0 1 1

0 0 1 1 1 1 1

0 3.8971 6.75 0 90 0 -2.5

2 2 1 0 0 0 0 0 1 1

0 0 1 1 1 1 1

0 3.8971 2.25 0 90 0 -2.5

2 2 1 0 0 0 0 0 1 1

0 0 1 1 1 1 1

0 3.8971 -2.25 0 90 0 -2.5

2 2 1 0 0 0 0 0 1 1

0 0 1 1 1 1 1

0 3.8971 -6.75 0 90 0 -2.5

2 2 1 0 0 0 0 0 1 1

0 0 1 1 1 1 1

0 0 4.5 0 90 0 -2.5

2 2 1 0 0 0 0 0 1 1

0 0 1 1 1 1 1

0 0 0 0 90 0 -2.5

2 2 1 0 0 0 0 0 1 1

0 0 1 1 1 1 1

0 0 -4.5 0 90 0 -2.5

2 2 1 0 0 0 0 0 1 1

0 0 1 1 1 1 1

0 -3.8971 6.75 0 90 0 -2.5

2 2 1 0 0 0 0 0 1 1

0 0 1 1 1 1 1

0 -3.8971 2.25 0 90 0 -2.5

2 2 1 0 0 0 0 0 1 1

0 0 1 1 1 1 1

0 -3.8971 -2.25 0 90 0 -2.5

2 2 1 0 0 0 0 0 1 1

0 0 1 1 1 1 1

0 -3.8971 -6.75 0 90 0 -2.5

\* Pile Properties

1

0 1

100 50 2

0 50 1

\* Pile Cross Sections

1

0 0 1 0

Ø1500

1500 0 1 1 0 0 0.1 0.1

13000000 1767145.9 2.4850489E11 2.4850489E11 4.9700978E11 6461127.1 0 0 30000000 0 0

0 0 0 0 1

None

\* Soil Layers

9

0 3

-2.5 0.01

2 10

19 40 29 16300 600000 0.007 0 0 0 0

19 40 29 16300 600000 0.007 0 25.5 406 0

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C04

Rev.  
B

Foglio  
68 di 79

```

1 2
0.01 1.19
2 10
9 40 29 55000 600000 0.007 0 25.5 406 0
9 40 29 55000 600000 0.007 0 32 430 0
2 2
1.19 6.65
2 10
9 40 0 55000 5000000 0.007 30 32 430 0
9 40 0 55000 5000000 0.007 30 32 534 0
3 2
6.65 8.5
2 10
9 50 30 55000 1000000 0.007 0 40 624 0
9 50 30 55000 1000000 0.007 0 40 659 0
4 8
8.5 18.45
2 10
11 65 30 25000 0 0.007 0.5 35.8 770 0
11 65 30 25000 0 0.007 0.5 67.4 1450 0
5 2
18.45 28.15
2 10
9 65 0 55000 900000 0.007 15 53.7 1003 0
9 65 0 55000 900000 0.007 15 73.8 1187 0
6 8
28.15 39.45
2 10
11 3000 30 25000 1350000 0.0005 17 92.6 1992 0
11 3000 30 25000 1350000 0.0005 17 128.5 2764 0
7 9
39.45 41.95
2 10
16.5 2000 0 0 138000 0.0005 15 112.4 1169 0
16.5 2000 0 0 138000 0.0005 15 112.4 1243 0
8 9
41.95 77.5
2 10
17 5500 0 0 400000 0.0005 50 224.9 3428 0
17 5500 0 0 400000 0.0005 50 224.9 5201 0
* Generated LD curves
1
1
* Generated TR curves
1
1
* User defined MC curves
1
1 1
0
1 1
0 0
* Internally Generated MC curves
1
1 1
0
0
1 1

```

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B

Progetto  
NG12


Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C04

Rev.  
B

Foglio  
69 di 79

0 0  
1 1  
0  
0  
1 1  
0 0  
\* Reduction Factor for Lateral Loads along Depth  
1  
1 1  
0 1 1  
\* End of file

Contraente 	Progettista 
Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B	Progetto NG12 Lotto 00 Codifica Documento E 09 CL VI0102 C04 Rev. B Foglio 70 di 79

## 12 TABULATI VERIFICHE STRUTTURALI

Di seguito si riportano i tabulati di calcolo relativi alle verifiche strutturali dei pali prodotti dal software RC-SEC relativi alle seguenti verifiche:

- verifiche SLU a pressoflessione e taglio per le combinazioni statiche
- verifiche SLU a pressoflessione e taglio per le combinazioni sismiche
- verifiche SLE di apertura delle fessure e tensioni per le combinazioni rara, frequente e quasi permanente.

Per quanto riguarda le sollecitazioni sui pali riportate nei tabulati si rimanda ai § 8.2, 8.3, 8.3, 8.4.

### 12.1 Verifiche SLU combinazioni statiche

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di Pilastro
Forma della sezione:	Circolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37
	Resistenza compress. di progetto fcd:	17.00 MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	8.500 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.900 MPa
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Diametro sezione:	150.0	cm
Barre circonferenza:	24Ø30	(169.6 cm²)
Coprif.(dal baric. barre):	10.6	cm

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	12144.00	249.00	361.00	0.00
2	-1286.00	74.00	238.00	0.00

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLV10102C04B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL V10102 C04

Rev.  
B

Foglio  
71 di 79

3	10166.00	628.00	11.00	0.00
4	11641.00	527.00	426.00	0.00

## RISULTATI DEL CALCOLO

### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	9.1	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	13.8	cm
Interferro massimo barre longitudinali:	16.8	cm [deve essere < 30.0]
Copriferro netto minimo staffe:	7.5	cm

### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd	Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
As Tot.	Area complessiva armature long. pilastro [cm²]. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tot.
1	S	12144.00	249.00	12144.11	6962.21	27.961	-2.6	---	---	169.6 (53.0)
2	S	-1286.00	74.00	-1286.09	3221.12	43.529	49.3	---	---	169.6 (53.0)
3	S	10166.00	628.00	10165.77	6805.65	10.837	4.7	---	---	169.6 (53.0)
4	S	11641.00	527.00	11640.91	6931.88	13.153	-8	---	---	169.6 (53.0)

### DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	75.0	0.00302	64.4	-0.00279	-64.4
2	0.00350	75.0	0.00205	64.4	-0.01550	-64.4
3	0.00350	75.0	0.00297	64.4	-0.00344	-64.4
4	0.00350	75.0	0.00301	64.4	-0.00294	-64.4

### ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe:	16	mm
Passo staffe:	15.0	cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]
N.Bracci staffe:	2	
Area staffe/m :	26.8	cm²/m [Area Staffe Minima NTC = 2.3 cm²/m]

### VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [kN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vrd	Taglio resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
Vcd	Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vwd	Taglio trazione resistente [kN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]
bw/z	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro   Braccio coppia interna
Ctg	Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato



Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C04

Rev.  
B

Foglio  
72 di 79

Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione  
Ast Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm<sup>2</sup>/m]

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	bw  z	Ctg	Acw	AST
1	S	361.00	4540.18	2393.39	135.8  91.3	2.500	1.250	4.0
2	S	238.00	3833.89	3092.90	110.9  117.9	2.500	1.000	2.1
3	S	11.00	4701.17	2462.44	136.7  93.9	2.500	1.250	0.1
4	S	426.00	4581.33	2410.99	136.0  91.9	2.500	1.250	4.7

## 12.2 Pila P9. Verifiche SLU combinazioni sismiche

Descrizione Sezione:  
Metodo di calcolo resistenza: Resistenze in campo sostanzialmente elastico  
Normativa di riferimento: N.T.C.  
Tipologia sezione: Sezione predefinita di Pilastro  
Forma della sezione: Circolare  
Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante  
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia  
Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37
	Resistenza compress. di progetto fcd:	17.00 MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	8.500 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.900 MPa
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito

### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Diametro sezione:	150.0	cm
Barre circonferenza:	24Ø30	(169.6 cm <sup>2</sup> )
Coprif.(dal baric. barre):	10.6	cm

### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)  
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione  
Vy Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale  
MT Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	8996.00	1235.00	624.00	0.00
2	929.00	908.00	436.00	0.00
3	8965.00	1351.00	654.00	0.00
4	8965.00	1351.00	654.00	0.00

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLV10102C04B

Progetto  
NG12Lotto  
00Codifica Documento  
E 09 CL V10102 C04Rev.  
BFoglio  
73 di 79**RISULTATI DEL CALCOLO****Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	9.1	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	13.8	cm
Interferro massimo barre longitudinali:	16.8	cm [deve essere < 30.0]
Copriferro netto minimo staffe:	7.5	cm

**VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx re	Momento resistente sostanzialmente elastico [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re, Mx re) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta $\geq 1.000$
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
As Tot.	Area complessiva armature long. pilastro [cm <sup>2</sup> ]. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N re	Mx re	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tot.
1	S	8996.00	1235.00			4.532	.0	---	---	169.6 (53.0)
2	S	929.00	908.00			3.395	27.5	---	---	169.6 (53.0)
3	S	8965.00	1351.00			4.143	.1	---	---	169.6 (53.0)
4	S	8965.00	1351.00			4.143	.1	---	---	169.6 (53.0)

**DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)



N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00200	75.0	0.00172	64.4	-0.00172	-64.4
2	0.00101	75.0	0.00079	64.4	-0.00196	-64.4
3	0.00200	75.0	0.00172	64.4	-0.00172	-64.4
4	0.00200	75.0	0.00172	64.4	-0.00172	-64.4

**ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE**

Diametro staffe:	16	mm
Passo staffe:	15.0	cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]
N.Bracci staffe:	2	
Area staffe/m :	26.8	cm <sup>2</sup> /m [Area Staffe Minima NTC = 2.3 cm <sup>2</sup> /m]

**VERIFICHE A TAGLIO**

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [kN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vrd	Taglio resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
Vcd	Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vwd	Taglio trazione resistente [kN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]
bw/z	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro   Braccio coppia interna
Ctg	Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
As	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm <sup>2</sup> /m]

Contraente <div style="text-align: center;">  </div>					Progettista <div style="text-align: center;">  </div>				
Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B					Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0102 C04	Rev. B	Foglio 74 di 79

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	bw z	Ctg	Acw	ASt
1	S	624.00	4597.89	2418.08	136.1 92.2	2.500	1.250	6.9
2	S	436.00	4201.26	2719.19	134.1 103.7	2.500	1.031	4.3
3	S	654.00	4600.57	2419.23	136.1 92.2	2.500	1.250	7.2
4	S	654.00	4600.57	2419.23	136.1 92.2	2.500	1.250	7.2

### 12.3 Verifiche SLE

#### 12.3.1 SLE combinazione Rara

Descrizione Sezione: Stati Limite Ultimi  
 Metodo di calcolo resistenza: N.T.C.  
 Normativa di riferimento: Sezione predefinita di Pilastro  
 Tipologia sezione: Circolare  
 Forma della sezione: A Sforzo Norm. costante  
 Percorso sollecitazione: Molto aggressive  
 Condizioni Ambientali: Assi x,y principali d'inerzia  
 Riferimento Sforzi assegnati: Zona non sismica  
 Riferimento alla sismicità:

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe: C30/37 Resistenza compress. di progetto fcd: 17.00 MPa Deform. unitaria max resistenza ec2: 0.0020 Deformazione unitaria ultima ecu: 0.0035 Diagramma tensioni-deformaz.: Parabola-Rettangolo Modulo Elastico Normale Ec: 32836.0 MPa Resis. media a trazione fctm: 2.900 MPa Coeff.Omogen. S.L.E.: 15.00 Sc limite S.L.E. comb. Rare: 18.000 MPa	
ACCIAIO -	Tipo: B450C Resist. caratt. a snervamento fyk: 450.00 MPa Resist. caratt. a rottura ftk: 450.00 MPa Resist. a snerv. di progetto fyd: 391.30 MPa Resist. ultima di progetto ftd: 391.30 MPa Deform. ultima di progetto Epu: 0.068 Modulo Elastico Ef: 200000.0 MPa Diagramma tensioni-deformaz.: Bilineare finito Coeff. Aderenza istant. β1*β2: 1.00 Coeff. Aderenza differito β1*β2: 0.50 Comb.Rare - Sf Limite: 360.00 MPa	

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Diametro sezione:	150.0	cm
Barre circonferenza:	24Ø30	(169.6 cm²)
Coprif.(dal baric. barre):	10.6	cm

#### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	

N°Comb.	N	Mx
1	8711.00	160.00

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C04

Rev.  
B

Foglio  
75 di 79

2	511.00	306.00
3	7125.00	387.00
4	8336.00	356.00

## RISULTATI DEL CALCOLO

### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	9.1	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	13.8	cm
Interferro massimo barre longitudinali:	16.8	cm [deve essere < 30.0]

### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [Mpa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [Mpa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	4.71	-75.0	3.91	75.0	59.5	64.4	0.0	0	0.0	---
2	S	1.29	-75.0	0.00	75.0	-15.6	64.4	26.5	4010	63.6	---
3	S	4.49	-75.0	2.56	75.0	40.5	64.4	0.0	0	0.0	---
4	S	5.01	-75.0	3.24	75.0	50.4	64.4	0.0	0	0.0	---

### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	Esito verifica
e1	Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e2	Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
K2	= 0.5 per flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e2)$ in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
Kt	fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
e sm	Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
srm	Distanza massima in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.00029	0.00035		---	---	---	---	---	0.00
2	S	-0.00009	0.00010		0.50	0.60	0.000047 (0.000047)	631	0.030 (990.00)	1743.43
3	S	0.00019	0.00034		---	---	---	---	---	0.00
4	S	0.00024	0.00038		---	---	---	---	---	0.00

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C04

Rev.  
B

Foglio  
76 di 79

### 12.3.2 SLE combinazione frequente

Descrizione Sezione:  
Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi  
Normativa di riferimento: N.T.C.  
Tipologia sezione: Sezione predefinita di Pilastro  
Forma della sezione: Circolare  
Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante  
Condizioni Ambientali: Molto aggressive  
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia  
Riferimento alla sismicit : Zona non sismica

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

**CALCESTRUZZO -**

Classe:	C30/37
Resistenza compress. di progetto fcd:	17.00 MPa
Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0 MPa
Resis. media a trazione fctm:	2.900 MPa
Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	18.000 MPa
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm

**ACCIAIO -**

Tipo:	B450C
Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	0.50

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Diametro sezione:	150.0	cm
Barre circonferenza:	24Ø30	(169.6 cm <sup>2</sup> )
Coprif.(dal baric. barre):	10.6	cm

#### COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	6753.00	51.00 (0.00)
2	2966.00	170.00 (0.00)
3	6085.00	211.00 (0.00)
4	6149.00	146.00 (0.00)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	9.1	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	13.8	cm
Interferro massimo barre longitudinali:	16.8	cm [deve essere < 30.0]

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C04

Rev.  
B

Foglio  
77 di 79

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	3.47	-75.0	3.21	75.0	48.5	64.4	0.0	0	0.0	----
2	S	1.89	-75.0	1.04	75.0	16.6	64.4	0.0	0	0.0	----
3	S	3.54	-75.0	2.48	75.0	38.4	64.4	0.0	0	0.0	----
4	S	3.41	-75.0	2.68	75.0	40.9	64.4	0.0	0	0.0	----

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	Esito verifica
e1	Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e2	Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
K2	= 0.5 per flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e2)$ in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
Kt	fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
e sm	Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
srm	Distanza massima in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.00024	0.00026		----	----	----	----	----	0.00
2	S	0.00008	0.00014		----	----	----	----	----	0.00
3	S	0.00019	0.00027		----	----	----	----	----	0.00
4	S	0.00020	0.00026		----	----	----	----	----	0.00

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C04

Rev.  
B

Foglio  
78 di 79

### 12.3.3 SLE combinazione quasi permanente

Descrizione Sezione:  
Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi  
Normativa di riferimento: N.T.C.  
Tipologia sezione: Sezione predefinita di Pilastro  
Forma della sezione: Circolare  
Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante  
Condizioni Ambientali: Molto aggressive  
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia  
Riferimento alla sismicit : Zona non sismica

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO - Classe: C30/37  
Resistenza compress. di progetto fcd: 17.00 MPa  
Deform. unitaria max resistenza ec2: 0.0020  
Deformazione unitaria ultima ecu: 0.0035  
Diagramma tensioni-deformaz.: Parabola-Rettangolo  
Modulo Elastico Normale Ec: 32836.0 MPa  
Resis. media a trazione fctm: 2.900 MPa  
Coeff.Omogen. S.L.E.: 15.00  
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: 13.500 MPa  
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.: 0.200 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C  
Resist. caratt. a snervamento fyk: 450.00 MPa  
Resist. caratt. a rottura ftk: 450.00 MPa  
Resist. a snerv. di progetto fyd: 391.30 MPa  
Resist. ultima di progetto ftd: 391.30 MPa  
Deform. ultima di progetto Epu: 0.068  
Modulo Elastico Ef: 200000.0 MPa  
Diagramma tensioni-deformaz.: Bilineare finito  
Coeff. Aderenza istant.  $\beta_1 \beta_2$ : 1.00  
Coeff. Aderenza differito  $\beta_1 \beta_2$ : 0.50

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Diametro sezione: 150.0 cm  
Barre circonferenza: 24 $\varnothing$ 30 (169.6 cm<sup>2</sup>)  
Coprif.(dal baric. barre): 10.6 cm

#### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)  
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	6361.00	25.00 (0.00)
2	3543.00	161.00 (0.00)
3	5871.00	176.00 (0.00)
4	6304.00	30.00 (0.00)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 9.1 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 13.8 cm  
Interferro massimo barre longitudinali: 16.8 cm [deve essere < 30.0]

Contraente



Progettista



Doc. N. NG1200E09CLVI0102C04B

Progetto  
NG12

Lotto  
00

Codifica Documento  
E 09 CL VI0102 C04

Rev.  
B

Foglio  
79 di 79

## COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	3.21	-75.0	3.08	75.0	46.4	64.4	0.0	0	0.0	----
2	S	2.15	-75.0	1.35	75.0	21.1	64.4	0.0	0	0.0	----
3	S	3.34	-75.0	2.47	75.0	37.9	64.4	0.0	0	0.0	----
4	S	3.19	-75.0	3.04	75.0	45.8	64.4	0.0	0	0.0	----

## COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	Esito verifica
e1	Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e2	Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
K2	= 0.5 per flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e2)$ in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
Kt	fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
e sm	Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
srm	Distanza massima in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.00023	0.00024		----	----	----	----	----	0.00
2	S	0.00010	0.00016		----	----	----	----	----	0.00
3	S	0.00018	0.00025		----	----	----	----	----	0.00
4	S	0.00023	0.00024		----	----	----	----	----	0.00