

LOGO:



TITOLO PROGETTO:

SISTEMA IDRICO DEL MENTA

DESCRIZIONE PROGETTO:

LAVORI DI COMPLETAMENTO DELLO SCHEMA IDRICO SULLA DIGA DEL TORRENTE MENTA: OPERE DI BY-PASS DEL TRATTO TERMINALE DELLA CONDOTTA FORZATA PER L'AVVIO DELL'ADDUZIONE IDROPOTABILE

| | | | | | | |
|-----------|-------------|------------------|--------------------|--------------------|------|------------|
| | | | | | | |
| EMISSIONE | - | GEOM. R. ROTUNDO | ING. D. COSTANTINO | ING. D. COSTANTINO | 0 | 16/02/2017 |
| MOTIVO | FASE P.D.P. | ELABORATO | VERIFICATO | APPROVATO | REV. | DATA |

FASE:

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

APPROVAZIONI:

GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Domenico COSTANTINO

SIA - Studio Ingegneri Associati:

Dott. Ing. Luigi DE BONI

Dott. Ing. Giancarlo MADONI

Dott. Ing. Poul Erik NIELSEN

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:

Dott. Ing. Giuseppe SORRENTINO

RESPONSABILE SERVIZI INGEGNERIA:

Dott. Ing. Antonio VOCI

UNITA' DI PROGETTAZIONE SORICAL:

Dott. Ing. Luca VITALE

Dott. Ing. Giuseppe VIGGLIANI

IMPRESA:

CONSORZIO CONPAT S.C.A.R.L.



L'IMPRESA DESIGNATA



TIPO DOCUMENTO:

RELAZIONE TECNICA CALCOLO STRUTTURE

ELEMENTO/ITEM:

VASCA DI DISCONNESSIONE 1 - VASCHE

| SCALA | LINGUA | FORMATO | TAVOLA | P.D.P. | | |
|-------------------|--------|----------------|------------|-------------|----------|-----------|
| - | IT | A4 | - | | | |
| PROGETTO/COMMESSA | | ORIGINE/UNUTA' | SISTEMA | PROGRESSIVO | | |
| A.02.4.C | | SOP | CST | B11 | - | 17 |

FONTI CARTOGRAFICHE:

REGIONE CALABRIA - CENTRO CARTOGRAFICO / I.G.M. - ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE

IL PRESENTE DISEGNO E' DI PROPRIETA' DI SO.RI.CAL. S.P.A. - A TERMINE DI LEGGE OGNI DIRITTO E' RISERVATO

SORICAL

(SOCIETA' RISORSE IDRICHE CALABRESI)

**LAVORI DI COMPLETAMENTO DELLO SCHEMA IDRICO SULLA
DIGA DEL TORRENTE MENTA: OPERE DI BY-PASS DEL
TRATTO TERMINALE DELLA CONDOTTA FORZATA PER
L'AVVIO DELLA ADDUZIONE IDROPOTABILE**

VASCA DI DISCONNESSIONE N° 1

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Relazione tecnica

INDICE

| | |
|--|-----------|
| 1.GENERALITA' | 4 |
| 2.IPOTESI DI CALCOLO | 6 |
| 3.NORMATIVE | 7 |
| 4.MATERIALI | 8 |
| 4.1Calcestruzzo per strutture di fondazione, muri e impalcato C 25/30 XC1.... | 8 |
| 4.2Acciaio per armature di elementi in c.a..... | 8 |
| 5.ANALISI DEI CARICHI | 10 |
| 5.1Carichi sulla vasca di disconnessione..... | 10 |
| 5.1.1Sovraccarico permanente portato..... | 10 |
| 5.1.2Spinta della tubazione di arrivo sulla platea..... | 11 |
| 5.1.3Spinta dell'acqua..... | 12 |
| 5.1.4Sovraccarico accidentale | 12 |
| 5.1.5Spinta orizzontale del terreno sulle pareti..... | 12 |
| 5.1.6Incremento della spinta orizzontale sulle pareti dovuta al sisma..... | 21 |
| 5.1.7Effetto della neve..... | 22 |
| 5.2Combinazioni di carico..... | 24 |
| 6.CARATTERISTICHE DEL TERRENO | 27 |
| 7.ANALISI SISMICA | 28 |
| 7.1Combinazioni di calcolo..... | 60 |
| 7.2Risultati dell'analisi pseudo statica..... | 65 |
| 7.2.1Risultati verifica della platea e piastra nelle direzioni 1 e 2 (y ed x)..... | 65 |
| 7.2.2Verifica delle pareti..... | 65 |
| 8.VERIFICA GEOTECNICA | 65 |

1. GENERALITA'

Costituisce oggetto della presente relazione il calcolo di progetto e verifica delle strutture per la realizzazione di una vasca di disconnessione.

Le strutture riguardano un elemento in conglomerato cementizio armato necessario alla realizzazione di una vasca di disconnessione di lunghezza totale pari a circa 10.60 m e sezione interna trasversale rettangolare, con larghezza 4.00 m ed altezza 5.70 m (considerata nella sezione media degli elementi strutturali), con soletta superiore spessore 0.30 m e montanti laterali di spessore pari a 0.50 m.

Le fondazioni sono costituite da elementi plate in calcestruzzo armato gettato in opera spessore pari a 0.50 m.

I muri perimetrali sono composti da lastra in c.a. gettata in opera ed anche l'impalcato è realizzato con soletta gettata in opera.

Nei paragrafi seguenti si illustrano gli aspetti salienti del calcolo dell'intera struttura: soletta di copertura, pareti laterali e delle fondazioni.

Il calcolo dei parametri geotecnici è stato effettuato estrapolando i dati della "Relazione Geologica"

2. IPOTESI DI CALCOLO

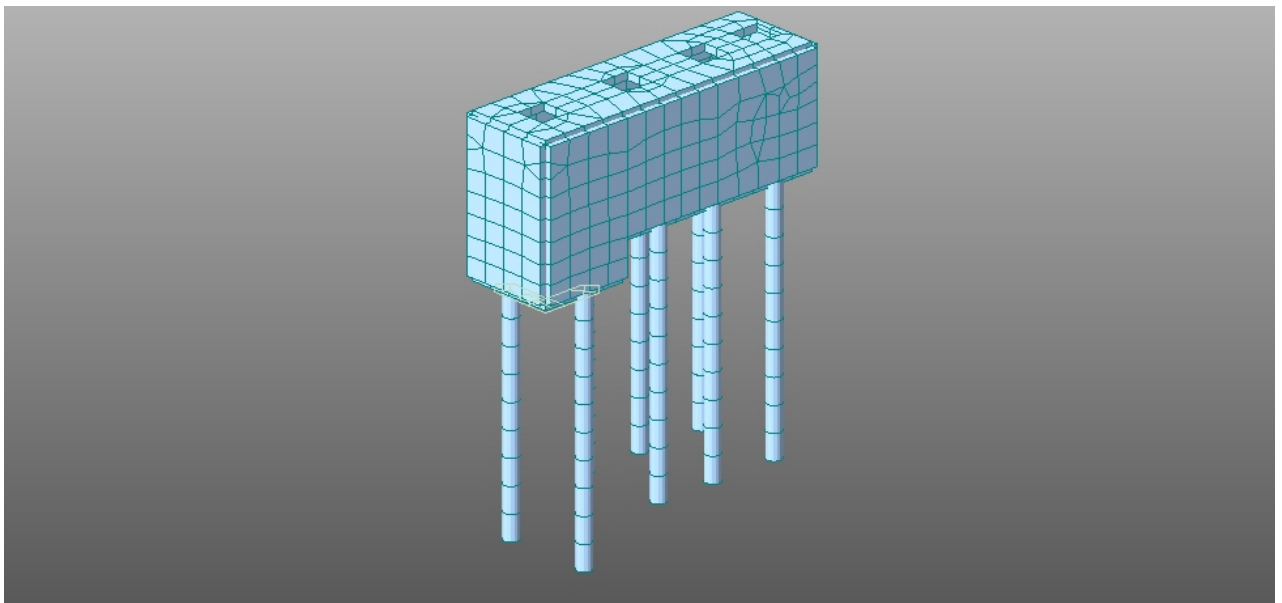
Per ricavare le azioni assiali, flettenti e di taglio agenti sulle strutture è stato schematizzata una porzione significativa rappresentante l'intera struttura in oggetto, facendo ricorso al programma di calcolo agli elementi finiti MIDAS GEN 2013 v1.1, distribuito dalla C.S.P. FEA di Este (PD).

La modellazione di seguito implementata ha fatto ricorso all'utilizzo di elementi bidimensionali a 4 nodi di tipo "plate" per la platea e "plane stress" per le pareti e soletta, i primi ancorati al terreno con molle alla winkler tipo sprig supports .

I carichi verticali sull'impalcato e orizzontali sulle pareti, sono stati applicati come pressioni sulle superfici dei singoli elementi.

L'incremento dinamico dell'azione della spinta del terrapieno è stato calcolato in termini di pressioni efficaci e di pressioni neutre.

I risultati del calcolo sono costituiti dalle azioni in tutti gli elementi costituenti il modello nelle combinazioni di tipo SLU, SLV (sismica), SLf, SLr, SLqp.



Vista assometrica del modello F.E.M.

3. NORMATIVE

I calcoli riportati nella presente relazione sono stati eseguiti secondo il metodo degli Stati Limite, nel rispetto delle seguenti normative:

Legge 05.11.1971 n° 1086: “Norme per le discipline delle opere di conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica”.

D.M. 14.01.2008: "Norme tecniche per le costruzioni".

Eurocodice 8 parte 5 ed 2005.

Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 02.02.2009 n° 617: “Istruzioni per l’applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. del 14.01.2008”.

UNI EN 206-1:2006: Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità.

UNI 11104:2004: Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1.

4. MATERIALI

Si prevede l'impiego dei materiali seguenti:

4.1 Calcestruzzo per strutture di fondazione, muri e impalcato C 25/30 XCI

Resistenza caratteristica cubica a 28 giorni $R_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$ con:

$$\begin{aligned} f_{ck} &= 0,83 \times R_{ck} && = 24.60 \text{ N/mm}^2 \\ f_{cd} &= f_{ck} / 1,5 && = 16.40 \text{ N/mm}^2 \\ f_{cd}^* &= 0,85 \times f_{cd} && = 13.90 \text{ N/mm}^2 \\ f_{ctm} &= 0,30 \times f_{ck}^{2/3} && = 2.53 \text{ N/mm}^2 \\ f_{ctk} &= 0,7 \times f_{ctm} && = 1.77 \text{ N/mm}^2 \\ f_{ctd} &= f_{ctk} / 1,5 && = 1.18 \text{ N/mm}^2 \\ f_{bd} &= 2,25 \times f_{ctd} && = 2.65 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Gli inerti per il calcestruzzo devono essere di predeterminata granulometria, accuratamente lavati ed esenti da impurità.

Il rapporto acqua-cemento dovrà essere il più basso possibile compatibilmente con la lavorabilità dell'impasto e comunque non superiore a 0,45 (UNI 11104).

4.2 Acciaio per armature di elementi in c.a.

Si prevede l'impiego di acciaio B450C controllato in stabilimento avente le seguenti caratteristiche:

$$\begin{aligned} \text{Tensione caratteristica di rottura:} & f_{tk} && = 540 \text{ N/mm}^2 \\ \text{Tensione caratteristica di snervamento:} & f_{yk} && = 450 \text{ N/mm}^2 \\ \text{Tensione di snervamento di progetto:} & f_{yd} = f_{yk} / 1,15 && = 391 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

5. ANALISI DEI CARICHI

Oltre al peso proprio degli elementi strutturali, le strutture sono soggette ai seguenti sovraccarichi:

5.1 Carichi sulla vasca di disconnessione

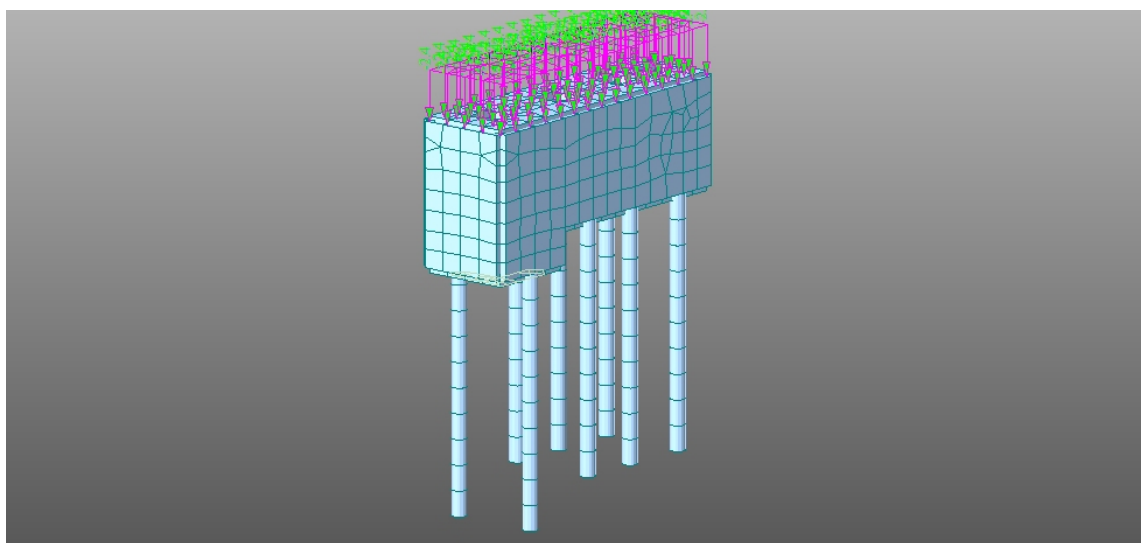
5.1.1 Sovraccarico permanente portato

I pesi permanenti portati sono rappresentati dal massetto e dalla relativa pavimentazione in scheggionato.

Calcolo azioni permanenti

peso permante sulla piastra

| materiale | | spessore [m] | peso elementare [KN/mc] | peso applicato [KN/mq] |
|----------------------------------|------|--------------|-------------------------|------------------------|
| isolante | 0,02 | 15 | 0,30 | |
| massetto | 0,05 | 14 | 0,70 | |
| scheggionato materiale granitico | 0,05 | 27 | 1,35 | |
| totale permanente [KN/mq] | | | | 2,35 |



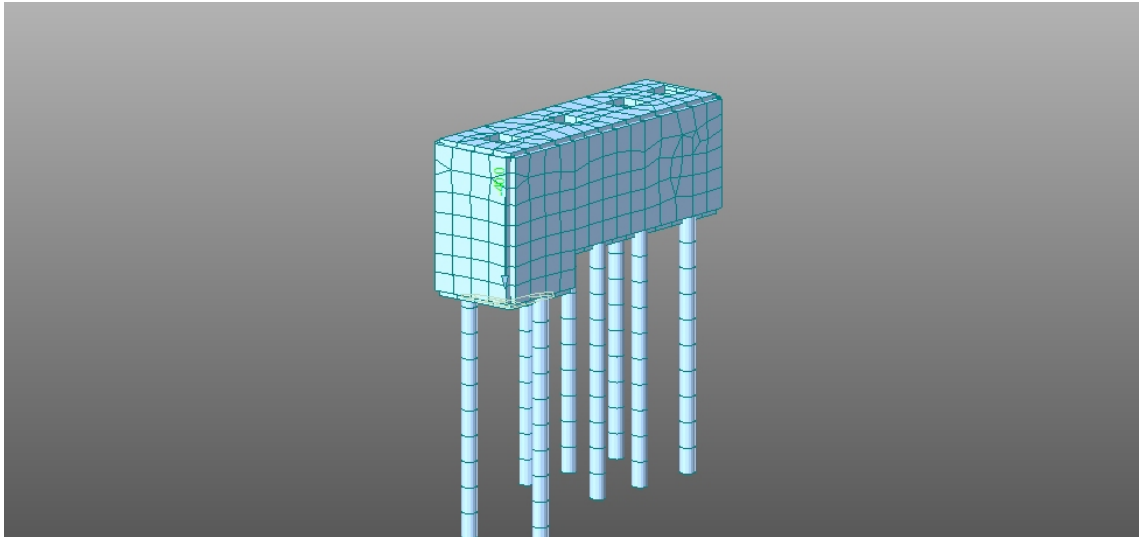
5.1.2 Spinta della tubazione di arrivo sulla platea

calcolo delle spinte

DH [m]= 20 salto
D tubo [cm]= 50 diametro della condotta

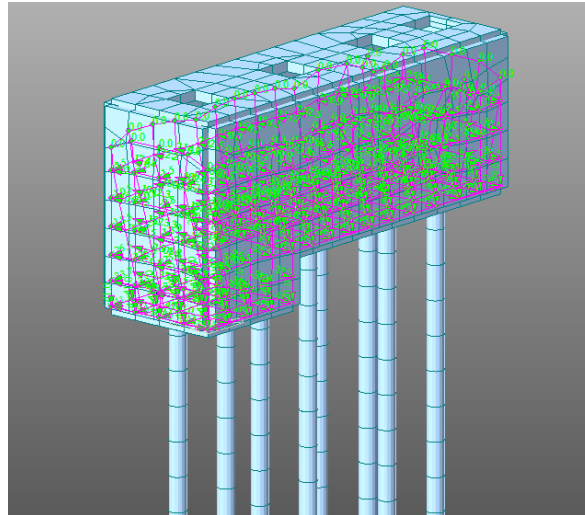
Pe [Kg/cmq] 1,94 pressione di esercizio
P1 [KN] 37,29 spinta nella tubazione

Posto pari a 40 KN



5.1.3 Spinta dell'acqua

Di seguito sono riportate le pareti nonché la platea di fondazione soggette a tali carichi idrostatici:

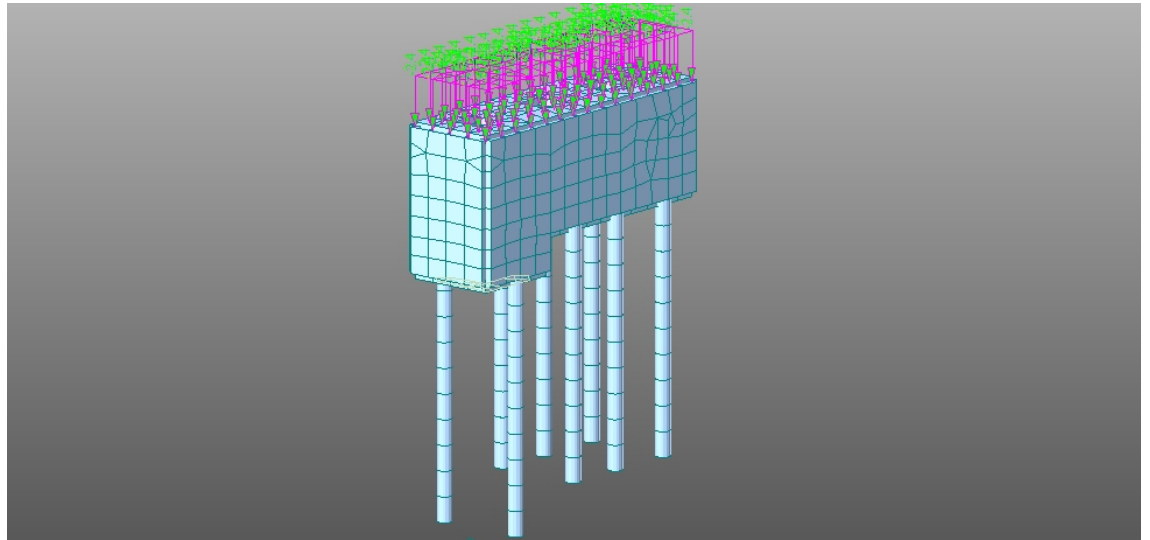


5.1.4 Sovraccarico accidentale

Per il sovraccarico accidentale ci si riferisce alle azioni di cui alla tabella 3.1.II F della norma NTC 2008.

accidentale sulle piastre Q1k
[KN/mq]=

2,5



5.1.5 Spinta orizzontale del terreno sulle pareti

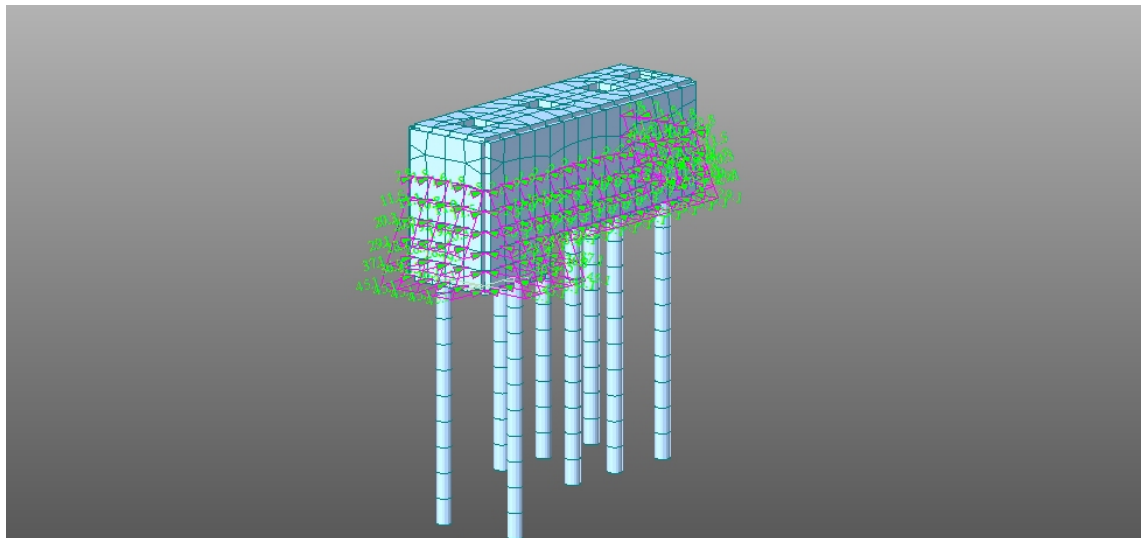
Ai fini del calcolo delle spinte delle terre a lato dei muri, si considera un angolo di resistenza al taglio pari a $\phi' = 22^\circ$ e peso del volume pari a $\gamma_t = 17.6 \text{ kN/m}^3$.

spinta del terreno

| | | |
|--------------------|------------|---|
| γ [kN/mc] | 17,6 | peso dell'unità di volume di terreno saturo |
| γ_w [kN/mc] | 0 | |
| γ' [kN/mc] | 17,6 | |
| ϕ' [°] | 22 | 0,38397244 tangente angolo di resistenza |
| ff | 0,40402622 | al taglio del rilevato |
| $\gamma\phi$ | 1 | coefficiente parziale M1 per l'angolo di resistenza al taglio |
| ϕ_d | 22 | 0,38397244 tangente angolo di resistenza |
| ff d | 0,4040 | al taglio di calcolo coseno an- golo di resi- stenza al |
| Cos f [-] | 0,9272 | taglio |

| | | |
|---|--------|--|
| seno angolo di resistenza al taglio | | |
| sin f [-] | 0,3746 | |
| coefficiente di spinta a riposo | | |
| K0 | 0,6254 | |
| coefficiente di spinta attiva | | |
| Ka | 0,4550 | |
| coefficiente di spinta passiva | | |
| Kp | 2,1980 | |
| altezza del terrapieno | 3,3 | |
| altezza del ritto più il rilevato (h+t) | | |
| h0 [m] | 3,3 | |
| spinta efficace del terrapieno | | |
| S'1 [kN/m] | 59,93 | |
| spinta idrostatica | | |
| Sw [kN/m] | 0 | |
| S [kN/m] | 59,93 | |

| Z [m] | $\sigma'o$ [KN] | u [KN] | $\sigma\sigma$ [KN] |
|-------|-----------------|--------|---------------------|
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3,3 | 36,32 | 0 | 36,32 |

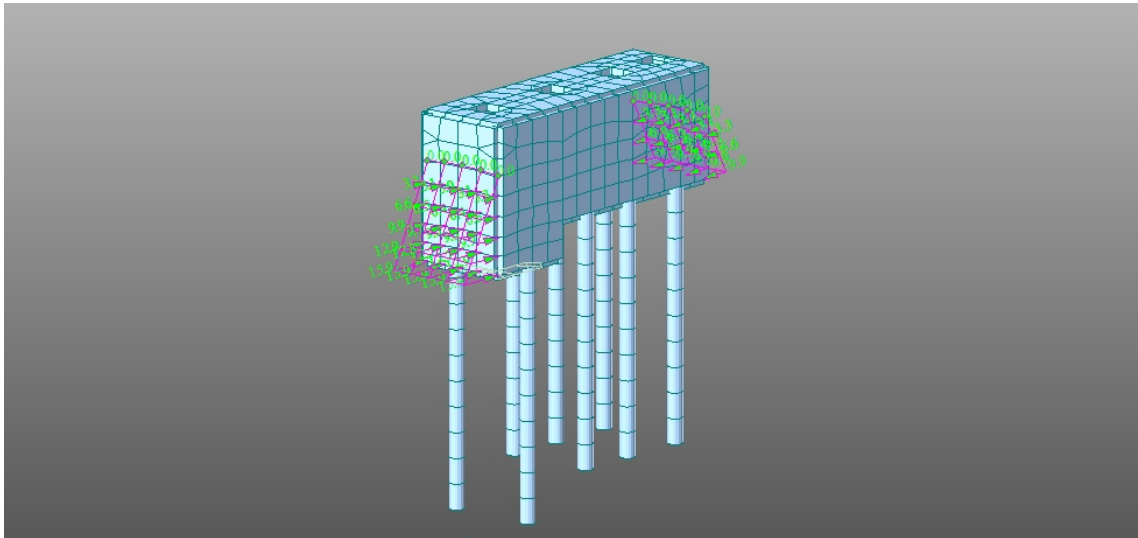


5.1.6 Incremento della spinta orizzontale sulle pareti dovuta al sisma

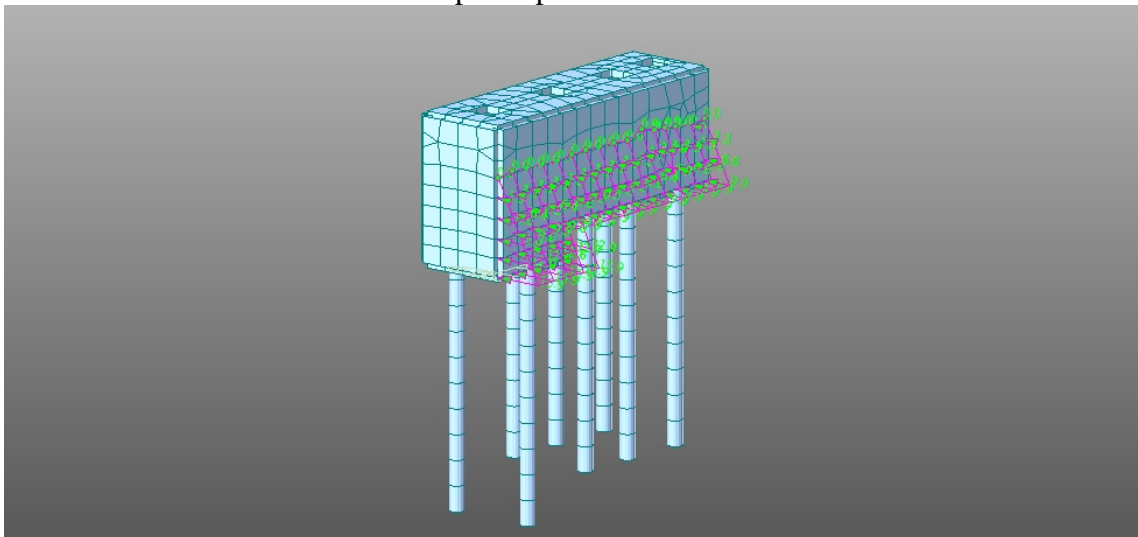
| INCREMENTO PRESSIONI PER EFFETTO DEL SISMA | | | |
|--|------------|------------|------------|
| ED50 | | | |
| LATITUDINE | 38,091025 | | |
| LONGITUDINE | 15,743523 | | |
| categoria sottosuolo | B | | |
| Categoria Topografica | T1 | | |
| vita nominale | 50 | | |
| classe d'uso | IV | | |
| coefficiente d'uso | 2 | | |
| periodo di riferimento | 100 | | |
| St fattore amp. Topogr. | 1 | | |
| | SLO | SLD | SLV |
| ag/g | 0,099 | 0,13 | 0,358 |
| Fo | 2,275 | 2,291 | 2,467 |
| Tc* | 0,294 | 0,313 | 0,388 |
| Cc | 1,4049145 | 1,38766239 | 1,32931021 |
| Ss | 1,2 | 1,2 | 1,0467256 |
| S=SsxSt | 1,2 | 1,2 | 1,0467256 |
| Tb | 0,1377979 | 0,14477944 | 0,17192412 |
| Tc | 0,41339369 | 0,43433833 | 0,51577236 |
| Td | 1,996 | 2,12 | 3,032 |
| Pga | 0,1188 | 0,156 | 0,37472776 |
| Z [m] | $\sigma'o$ | $\sigma'o$ | $\sigma'o$ |
| | 0 | 0 | 0 |
| | 3,3 | 4,31515447 | 5,66636445 |

| Z [m] | Δu | Δu | Δu |
|-------|------------|------------|------------|
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3,3 | 0 | 0 | 0 |

| Z [m] | $\sigma'o$ | $\sigma'o$ | $\sigma'o$ |
|-------|------------|------------|------------|
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3,3 | 4,31515447 | 5,66636445 | 13,61118 |



Incremento sismico sulle pareti per effetto del terreno in direzione x



Incremento sismico sulle pareti per effetto del terreno in direzione y

5.1.7 *Effetto della neve*

SOVRACCARICO NEVE

Provincia : REGGIO CALABRIA

Zona : 3

Altitudine a_s : 1145 m s.l.m.

Esposizione: Normale

Periodo di ritorno: 50 anni

Il carico neve sulle coperture viene valutato con la seguente espressione:

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t \text{ KN/m}^2$$

dove:

μ_i Coefficiente di forma della copertura

$C_E = 1.0$ Coefficiente di esposizione

$C_t = 1.0$ Coefficiente termico

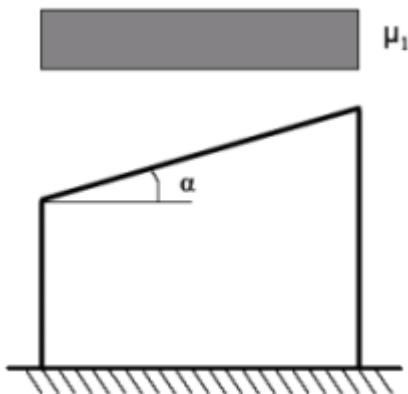
$q_{sk} = 3.40 \text{ KN/m}^2$ Carico neve al suolo

Nel caso in esame (copertura ad una falda), con

$$\alpha = 0.00^\circ$$

il coefficiente di forma vale:

$$\mu_i(\alpha) = 0.80 \Rightarrow q_s = 2.72 \text{ KN/m}^2$$



5.2 Combinazioni di carico

I coefficienti utilizzati per la combinazione delle azioni di calcolo sono i seguenti:

Per lo Stato Limite Ultimo con azioni statiche

$$F_d = \gamma_{G1} \times G_1 + \gamma_{G2} \times G_2 + \gamma_Q \times [Q_{k1} + \sum \psi_{0,i} \times Q_{k,i}]$$

- $\gamma_{G1} = 1,3$ per il peso proprio degli elementi strutturali
($\gamma_{G1} = 1,0$ se il contributo è a favore di sicurezza);
- $\gamma_{G2} = 1,5$ per le azioni permanenti
($\gamma_{G2} = 0$ se il contributo è a favore di sicurezza);
- $\gamma_Q = 1,5$ per le azioni variabili
($\gamma_Q = 0$ se il loro contributo è a favore di sicurezza);

$\psi_{0i} = 0,70$ nel caso di azioni accidentali.

Combinazione sismica

$$F_d = E + G_1 + G_2 + P + \sum \psi_{2,i} \times Q_{k,i}$$

$\psi_{2,i} = 0,60 - 0,20$ (per carichi di tipo F e neve)

Per lo Stato Limite di Esercizio

Combinazione CARATTERISTICA (RARA)

$$F_d = G_1 + G_2 + Q_{k,1} + \sum \psi_{0,i} \times Q_{k,i}$$

Combinazione QUASI PERMANENTE

$$F_d = G_1 + G_2 + \sum \psi_{2,i} \times Q_{k,i}$$

$\psi_{2,i} = 0,60 - 0,20$ (carico F e neve rispettivamente)

Combinazione FREQUENTE

$$F_d = G_1 + G_2 + \psi_{11} \times Q_{k1} + \sum \psi_{2,i} \times Q_{k,i}$$

$$\Psi_{0,i} = \Psi_{1,i} = 0,70 \quad (\text{carico F e neve})$$

$$\psi_{2,i} = 0,60 - 0,20 \quad (\text{carico F e neve rispettivamente})$$

6. CARATTERISTICHE DEL TERRENO

I parametri geotecnici sono stati ricavati dalla “Relazione geologica”.

Nella tabella seguente è riportata la stratigrafia del sito ed i relativi parametri geotecnici per come evidenziato nella suddetta relazione geologica.

| Litologia | Descrizione | Profondità dello strato base dal piano di campagna [m] ⁽¹⁾ | Vs [m/s]] | SPT ⁽²⁾ | CU [kPa] ⁽²⁾ | Peso dell'unità di volume gamma | Gamma saturo Gamma saturo | Angolo di resistenza al taglio Fi | coesione | Nspt |
|-----------------|--|---|---------------|--------------------|----------------------------|---------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|----------|------|
| Copertura | Suolo geopedologico | 0.8 | 200 | - | 15 | 1.52 | 1.85 | 18 | - | 1.51 |
| Sabbie limose | Depositi alluvionali sabbioso-limose (Pleistocene med.-inf.) | 7-8 | 324 | - | 62 | 1.76 | 1.88 | 22 | - | 6.4 |
| Scisti bititici | Substrato roccioso scistoso | 35 | 673 | - | 0 | 2.21 | 2.01 | 35 | - | 33.9 |

Di seguito è riportata la valutazione della costante di sottofondo verticale ed orizzontale.

| INDIVIDUAZIONE DELLA COSTANTE DI SOTTOFONDO | | | |
|---|--------|---|-----------------|
| I strato | | | |
| h | 0,8 | spessore dello strato | |
| γ [kN/mc] | 15,2 | peso dell'unità di volume di terreno | |
| γ_w [kN/mc] | 0 | | |
| γ' [kN/mc] | 15,2 | | |
| ϕ' [°] | 18 | 0,31415927 | |
| ff | 0,3249 | tangente angolo di resistenza al taglio | |
| $\gamma\phi$ | 1 | coefficiente parziale M1 per l'angolo di resistenza al taglio | |
| ϕ_d | 18 | 0,31415927 | |
| ff d | 0,3249 | tangente angolo di resistenza al taglio di calcolo | |
| Cos f [-] | 0,9511 | coseno angolo di resistenza al taglio | |
| sin f [-] | 0,3090 | seno angolo di resistenza al taglio | |
| K0 | 0,6910 | coefficiente di spinta a riposo | |
| Ka | 0,5279 | coefficiente di spinta attiva | |
| Kp | 1,8944 | coefficiente di spinta passiva | |
| λ | 1,06 | fattore di concentrazione | |
| a [m] | 10,6 | lato della fondazione | |
| b [m] | 4 | lato della fondazione | |
| A [mq] | 42,4 | superficie | |
| E0 [Kg/cmq] | 17 | modulo edometrico | VEDI DSH1-2-3-4 |
| ν | 0,30 | coefficiente di Poisson | |
| Kw,v [dN/cm ²] | 3,04 | | |
| η_p | 0,5 | fattore di riduzione della spinta passiva | |
| Kw,o [dN/cm ²] | 2,88 | coefficiente di winkler orizzontale stimato con l'ipotesi di invariabilità di Kw,o nello strato | |

| II strato | | | | | |
|-----------------------|------------|---|-----------------|--|--|
| h | 7 | spessore dello strato | | | |
| γ [kN/mc] | 17,6 | peso dell'unità di volume di terreno saturo | | | |
| γ_w [kN/mc] | 0 | | | | |
| γ' [kN/mc] | 17,6 | | | | |
| ϕ [°] | 22 | 0,38397244 | | | |
| ff | 0,40402623 | tangente angolo di resistenza al taglio del rilevato | | | |
| $\gamma\phi$ | 1 | coefficiente parziale M1 per l'angolo di resistenza al taglio | | | |
| ϕd | 22 | 0,38397244 | | | |
| ff d | 0,4040 | tangente angolo di resistenza al taglio di calcolo | | | |
| Cos f [-] | 0,9272 | coseno angolo di resistenza al taglio | | | |
| sin f [-] | 0,3746 | seno angolo di resistenza al taglio | | | |
| K0 | 0,6254 | coefficiente di spinta a riposo | | | |
| Ka | 0,4550 | coefficiente di spinta attiva | | | |
| Kp | 2,1980 | coefficiente di spinta passiva | | | |
| λ | 1,06 | fattore di concentrazione | | | |
| a [m] | 10,6 | lato della fondazione | | | |
| b [m] | 4 | lato della fondazione | | | |
| A [mq] | 42,4 | superficie | | | |
| E0 [Kg/cmq] | 35 | modulo edometrico | VEDI DSH1-2-3-4 | | |
| ν | 0,30 | coefficiente di Poisson | | | |
| Kw,v [dN/cmcm] | 6,26 | | | | |
| η_p | 0,5 | fattore di riduzione della spinta passiva | | | |
| Kw,o [dN/cmcm] | 6,88089163 | coefficiente di winkler orizzontale stimato con l'ipotesi di invariabilità di Kw,o nello strato | | | |

| III strato | | | | | |
|-----------------------|------------|---|-----------------|--|--|
| h | 27,2 | spessore dello strato | | | |
| γ [kN/mc] | 22,1 | peso dell'unità di volume di terreno saturo | | | |
| γ_w [kN/mc] | 0 | | | | |
| γ' [kN/mc] | 22,1 | | | | |
| ϕ [°] | 35 | 0,61086524 | | | |
| ff | 0,70020754 | tangente angolo di resistenza al taglio del rilevato | | | |
| $\gamma\phi$ | 1 | coefficiente parziale M1 per l'angolo di resistenza al taglio | | | |
| ϕd | 35 | 0,61086524 | | | |
| ff d | 0,70020754 | tangente angolo di resistenza al taglio di calcolo | | | |
| Cos f [-] | 0,81915204 | coseno angolo di resistenza al taglio | | | |
| sin f [-] | 0,57357644 | seno angolo di resistenza al taglio | | | |
| K0 | 0,42642356 | coefficiente di spinta a riposo | | | |
| Ka | 0,27099005 | coefficiente di spinta attiva | | | |
| Kp | 3,69017233 | coefficiente di spinta passiva | | | |
| λ | 1,06 | fattore di concentrazione | | | |
| a [m] | 10,6 | lato della fondazione | | | |
| b [m] | 4 | lato della fondazione | | | |
| A [mq] | 42,4 | superficie | | | |
| E0 [Kg/cmq] | 77 | modulo edometrico | vedi DSH1-2-3-4 | | |
| ν | 0,30 | coefficiente di Poisson | | | |
| Kw,v [dN/cmcm] | 13,77 | | | | |
| η_p | 0,5 | fattore di riduzione della spinta passiva | | | |
| Kw,o [dN/cmcm] | 25,4149303 | coefficiente di winkler orizzontale stimato con l'ipotesi di invariabilità di Kw,o nello strato | | | |

7. ANALISI SISMICA

Viene affrontato il problema del dimensionamento di una particolare tipologia di opere di idrauliche, come camere di manovra e vasche di disconnessione, il cui comportamento in condizioni sismiche dipende dall'azione combinata della spinta del terreno di riempimento a tergo e dalla eventuale spinta dell'acqua da ambo i lati della struttura e quindi la stessa non è libera di oscillare in quanto incassata nel terreno. Pertanto non risulta corretta l'applicazione dell'analisi dinamica modale. Nell'ipotesi che lo scorrimento governi la stabilità, viene quindi applicato il metodo pseudo-statico, in accordo con le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC, D.M. 14/01/2008). Sono affrontati, ed in alcuni casi lo sono già nei paragrafi precedenti, gli effetti sul dimensionamento dell'opera, del tipo di approccio suggerito dalle NTC, della modalità di calcolo della spinta sismica del terreno, della presenza di eventuali sovrappressioni interstiziali nella parte sommersa del riempimento, dell'angolo di resistenza al taglio del terreno e dell'angolo di attrito terreno-struttura.

Il metodo pseudo-statico ipotizza che il terreno e la struttura subiscono durante il sisma un'accelerazione costante nello spazio e nel tempo. Il punto cruciale di tale approccio è la scelta del coefficiente sismico orizzontale k_h : dal momento che le accelerazioni da usare non necessariamente coincidono con quelle massime che si sviluppano nel terrapieno durante il terremoto, i valori di tali coefficienti vengono solitamente assunti come una frazione dell'accelerazione massima a_{max} attesa al sito in esame. In particolare, la scelta del valore da attribuire a k_h è l'aspetto più difficoltoso ed importante. Il D.M. 14/01/2008 [§7.11.6.2.1] definisce il coefficiente sismico orizzontale k_h come un'aliquota β_m dell'accelerazione massima a_{max} attesa al sito in esame:

$$k_h = \beta_m \left(\frac{a_{max}}{g} \right)$$

β_m è un coefficiente variabile da 0.18 a 0.31 in funzione dell'accelerazione su suolo rigido a_g prevista per il sito in esame e della categoria di sottosuolo (tabella 7.11.II del D.M. 14/01/2008). Sebbene l'uso del metodo pseudo-statico non comporta esplicitamente la determinazione di uno spostamento permanente, il verificarsi di scorrimenti lungo il piano di posa è implicito nella procedura utilizzata per ricavare i coefficienti riduttivi β_m [Callisto e Aversa, 2008]. Si ribadisce che un minimo di spostamento è necessario per poter sviluppare la condizione di equilibrio limite attivo nel terrapieno. Inoltre, come precisato dal D.M. 14/01/2008 stesso "per muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno, il coefficiente β_m assume valore unitario (come nel nostro caso)". Secondo il D.M. 14/01/2008 [§7.11.6.2.1], in assenza di apposite analisi di risposta sismica locale, l'accelerazione massima attesa al sito a_{max} è correlata all'accelerazione su suolo rigido a_g secondo l'espressione:

$$a_{max} = a_g \text{ SS ST}$$

L'accelerazione su suolo rigido a_g dipende dalla posizione del sito nel territorio italiano, dal periodo di riferimento dell'opera e dalla probabilità di superamento in tale periodo che a sua volta è funzione dello stato limite considerato [tabella 3.2.I - D.M. 14/01/2008]. Il sito internet del Consiglio Superiori dei Lavori Pubblici [<http://www.cslp.it>] mette a disposizione un programma di calcolo che, sulla base del periodo di riferimento, dello stato limite considerato e delle coordinate del sito in cui va realizzata l'opera, fornisce l'accelerazione su suolo rigido a_g ed altri due parametri, F_0 e T_c^* . In particolare F_0 rappresenta il valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro elastico di risposta in accelerazione orizzontale, mentre T_c^* è il periodo di inizio, in secondi, del tratto a velocità costante dello stesso spettro in accelerazione orizzontale. I valori di a_g , F_0 e T_c^* per i vari punti del reticolato geografico in cui è stato suddiviso il territorio italiano sono riportati, in funzione del tempo di ritorno, nell'Allegato B del suddetto Decreto Ministeriale.

SS è il coefficiente di amplificazione stratigrafica, variabile tra 0.9 e 1.8 in funzione della categoria di sottosuolo; i valori di SS sono definiti nella tabella 3.2.V del D.M. 14/01/2008.

ST è il coefficiente di amplificazione topografica, variabile tra 1.0 e 1.4 [tabella 3.2.VI - D.M. 14/01/2008] i cui valori sono riportati in tabella 3.6 a seconda della categoria topografica e assunto unitario nel caso in esame. Le categorie di sottosuolo e le categorie topografiche sono definite al §3.2.2 del D.M. 14/01/2008 e schematizzate nelle tabelle 3.2.II, 3.2.III, 3.2.IV delle stesse Norme Tecniche [D.M. 14/01/2008]. In particolare, la classificazione per la categoria di sottosuolo va effettuata in base ai valori della velocità equivalente $V_{s,30}$ di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 metri di profondità [§3.2.2 - D.M. 14/01/2008].

Pertanto, in sintesi, si è adottato il metodo pseudo statico per il dimensionamento delle opere d'arte tenendo conto che le masse sismiche della struttura vengano eccitate con una accelerazione sismica ben al di sopra di quella prevista. Il fattore di struttura della stessa opera d'arte è stato assunto pari all'unità $q=1$. Ciò significa che la struttura non è dissipativa. Secondo il D.M. 14.01.2008 tutti i parametri necessari alla definizione dello spettro vengono definiti in funzione delle coordinate geografiche del sito di costruzione. Il sito in esame è individuato dalle coordinate geografiche del Comune:

- Regione: Calabria
- Provincia: Reggio Calabria

| | |
|---------------------------|-----------|
| ED50 | |
| LATITUDINE | 38,091025 |
| LONGITUDINE | 15,743523 |
| | |
| categoria sottosuolo | B |
| Categoria Topografica | T1 |
| vita nominale | 50 |
| classe d'uso | IV |
| coefficiente d'uso | 2 |
| periodo di riferimento | 100 |
| ● St fattore amp. Topogr. | 1 |

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

Parametri indipendenti

| STATO LIMITE | SLV |
|--------------|---------|
| a_g | 0,358 g |
| F_o | 2,467 |
| T_C^* | 0,388 s |
| S_S | 1,047 |
| C_C | 1,329 |
| S_T | 1,000 |
| q | 1,000 |

Parametri dipendenti

| | |
|--------|---------|
| S | 1,047 |
| η | 1,000 |
| T_B | 0,172 s |
| T_C | 0,516 s |
| T_D | 3,030 s |

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

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

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

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

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

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

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

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

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

Punti dello spettro di risposta

| | T [s] | Se [g] |
|---------|-------|--------|
| | 0,000 | 0,374 |
| T_B ← | 0,172 | 0,924 |
| T_C ← | 0,516 | 0,924 |
| | 0,636 | 0,750 |
| | 0,756 | 0,631 |
| | 0,875 | 0,545 |
| | 0,995 | 0,479 |
| | 1,115 | 0,428 |
| | 1,234 | 0,386 |
| | 1,354 | 0,352 |
| | 1,474 | 0,323 |
| | 1,594 | 0,299 |
| | 1,713 | 0,278 |
| | 1,833 | 0,260 |
| | 1,953 | 0,244 |
| | 2,073 | 0,230 |
| | 2,192 | 0,217 |
| | 2,312 | 0,206 |
| | 2,432 | 0,196 |
| | 2,551 | 0,187 |
| | 2,671 | 0,178 |
| | 2,791 | 0,171 |
| | 2,911 | 0,164 |
| T_D ← | 3,030 | 0,157 |
| | 3,077 | 0,153 |
| | 3,123 | 0,148 |
| | 3,169 | 0,144 |
| | 3,215 | 0,140 |
| | 3,261 | 0,136 |
| | 3,307 | 0,132 |
| | 3,354 | 0,128 |
| | 3,400 | 0,125 |
| | 3,446 | 0,122 |
| | 3,492 | 0,118 |
| | 3,538 | 0,115 |
| | 3,584 | 0,112 |
| | 3,631 | 0,110 |
| | 3,677 | 0,107 |
| | 3,723 | 0,104 |
| | 3,769 | 0,102 |
| | 3,815 | 0,099 |
| | 3,861 | 0,097 |
| | 3,908 | 0,095 |
| | 3,954 | 0,092 |
| | 4,000 | 0,090 |

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

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

Parametri indipendenti

| STATO LIMITE | SLD |
|--------------|---------|
| a_g | 0,130 g |
| F_o | 2,291 |
| T_c^* | 0,313 s |
| S_S | 1,200 |
| C_C | 1,388 |
| S_T | 1,000 |
| q | 1,000 |

Parametri dipendenti

| | |
|--------|---------|
| S | 1,200 |
| η | 1,000 |
| T_B | 0,145 s |
| T_C | 0,434 s |
| T_D | 2,121 s |

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

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

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

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

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

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

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

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

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

Punti dello spettro di risposta

| | T [s] | Se [g] |
|------------------|-------|--------|
| | 0,000 | 0,156 |
| $T_B \leftarrow$ | 0,145 | 0,358 |
| $T_C \leftarrow$ | 0,434 | 0,358 |
| | 0,515 | 0,302 |
| | 0,595 | 0,261 |
| | 0,675 | 0,230 |
| | 0,756 | 0,206 |
| | 0,836 | 0,186 |
| | 0,916 | 0,170 |
| | 0,996 | 0,156 |
| | 1,077 | 0,144 |
| | 1,157 | 0,134 |
| | 1,237 | 0,126 |
| | 1,318 | 0,118 |
| | 1,398 | 0,111 |
| | 1,478 | 0,105 |
| | 1,559 | 0,100 |
| | 1,639 | 0,095 |
| | 1,719 | 0,090 |
| | 1,799 | 0,086 |
| | 1,880 | 0,083 |
| | 1,960 | 0,079 |
| | 2,040 | 0,076 |
| $T_D \leftarrow$ | 2,121 | 0,073 |
| | 2,210 | 0,067 |
| | 2,300 | 0,062 |
| | 2,389 | 0,058 |
| | 2,479 | 0,054 |
| | 2,568 | 0,050 |
| | 2,658 | 0,047 |
| | 2,747 | 0,044 |
| | 2,837 | 0,041 |
| | 2,926 | 0,038 |
| | 3,016 | 0,036 |
| | 3,105 | 0,034 |
| | 3,195 | 0,032 |
| | 3,284 | 0,031 |
| | 3,374 | 0,029 |
| | 3,463 | 0,027 |
| | 3,553 | 0,026 |
| | 3,642 | 0,025 |
| | 3,732 | 0,024 |
| | 3,821 | 0,023 |
| | 3,911 | 0,022 |
| | 4,000 | 0,021 |

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

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

Parametri indipendenti

| STATO LIMITE | SLO |
|--------------|---------|
| a_g | 0,099 g |
| F_o | 2,275 |
| T_c^* | 0,294 s |
| S_S | 1,200 |
| C_C | 1,405 |
| S_T | 1,000 |
| q | 1,000 |

Parametri dipendenti

| | |
|--------|---------|
| S | 1,200 |
| η | 1,000 |
| T_B | 0,138 s |
| T_C | 0,413 s |
| T_D | 1,997 s |

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

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

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_c^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

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

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

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

$$T_B \leq T < T_C \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

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

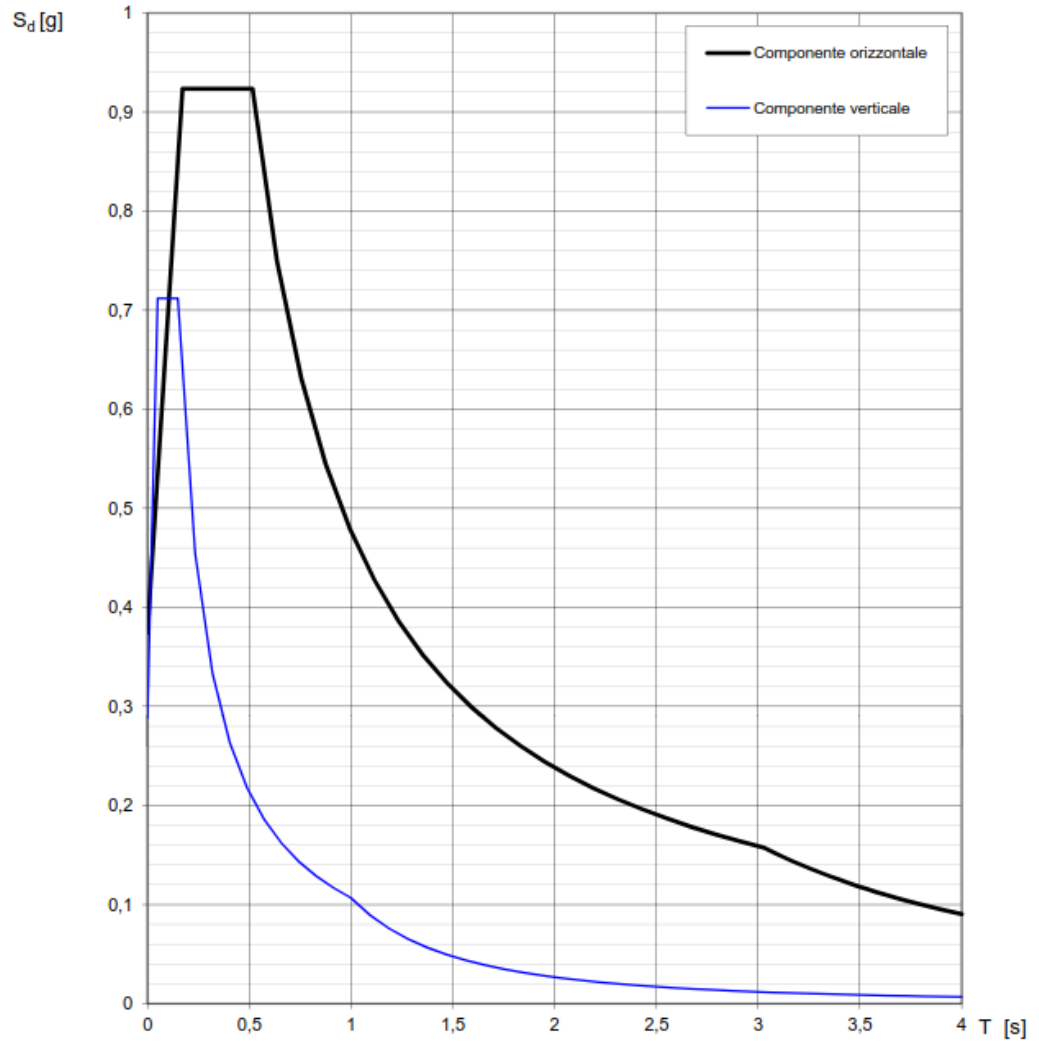
Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_c(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

| | T [s] | Se [g] |
|------------------|-------|--------|
| | 0,000 | 0,119 |
| $T_B \leftarrow$ | 0,138 | 0,271 |
| $T_C \leftarrow$ | 0,413 | 0,271 |
| | 0,489 | 0,229 |
| | 0,564 | 0,199 |
| | 0,640 | 0,175 |
| | 0,715 | 0,157 |
| | 0,791 | 0,142 |
| | 0,866 | 0,129 |
| | 0,941 | 0,119 |
| | 1,017 | 0,110 |
| | 1,092 | 0,103 |
| | 1,168 | 0,096 |
| | 1,243 | 0,090 |
| | 1,319 | 0,085 |
| | 1,394 | 0,080 |
| | 1,469 | 0,076 |
| | 1,545 | 0,073 |
| | 1,620 | 0,069 |
| | 1,696 | 0,066 |
| | 1,771 | 0,063 |
| | 1,847 | 0,061 |
| | 1,922 | 0,058 |
| $T_D \leftarrow$ | 1,997 | 0,056 |
| | 2,093 | 0,051 |
| | 2,188 | 0,047 |
| | 2,284 | 0,043 |
| | 2,379 | 0,040 |
| | 2,474 | 0,037 |
| | 2,570 | 0,034 |
| | 2,665 | 0,032 |
| | 2,760 | 0,029 |
| | 2,856 | 0,027 |
| | 2,951 | 0,026 |
| | 3,046 | 0,024 |
| | 3,142 | 0,023 |
| | 3,237 | 0,021 |
| | 3,332 | 0,020 |
| | 3,428 | 0,019 |
| | 3,523 | 0,018 |
| | 3,619 | 0,017 |
| | 3,714 | 0,016 |
| | 3,809 | 0,015 |
| | 3,905 | 0,015 |
| | 4,000 | 0,014 |

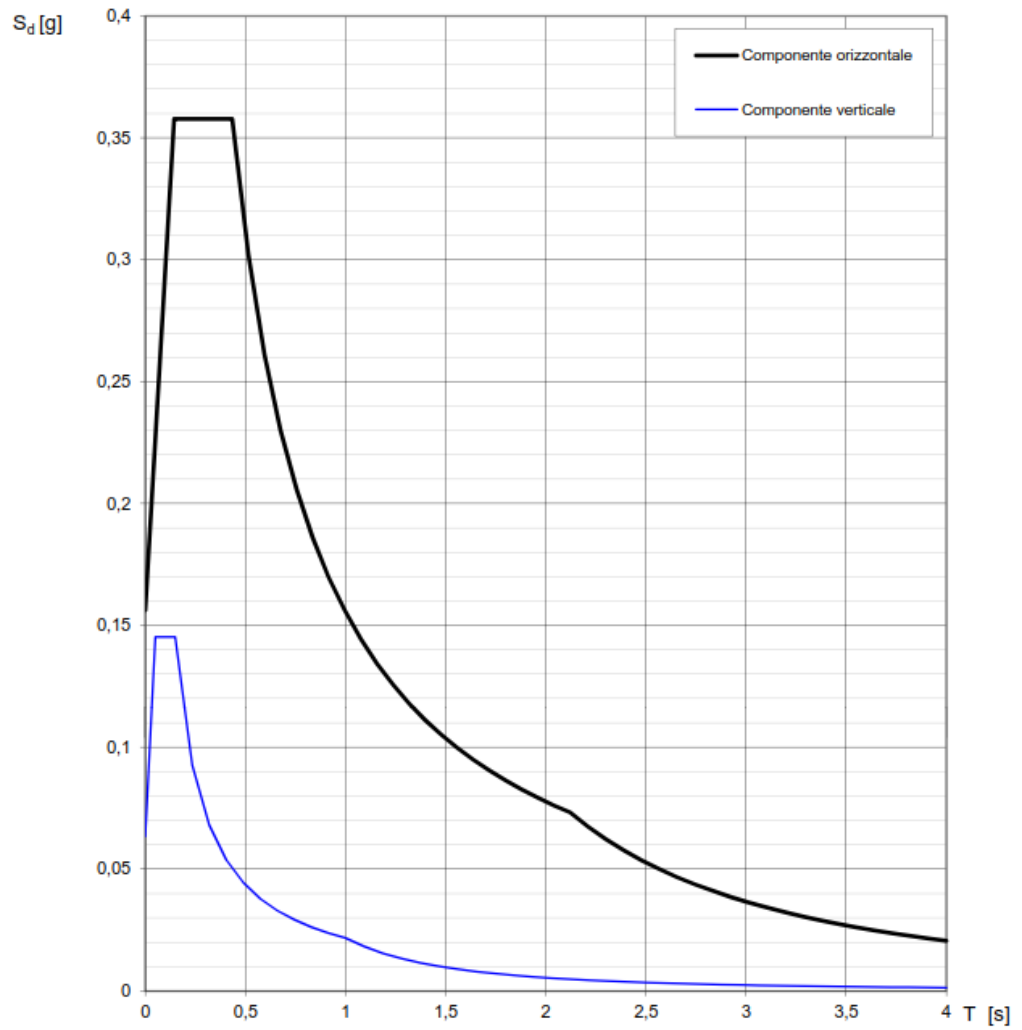
La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dell

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV



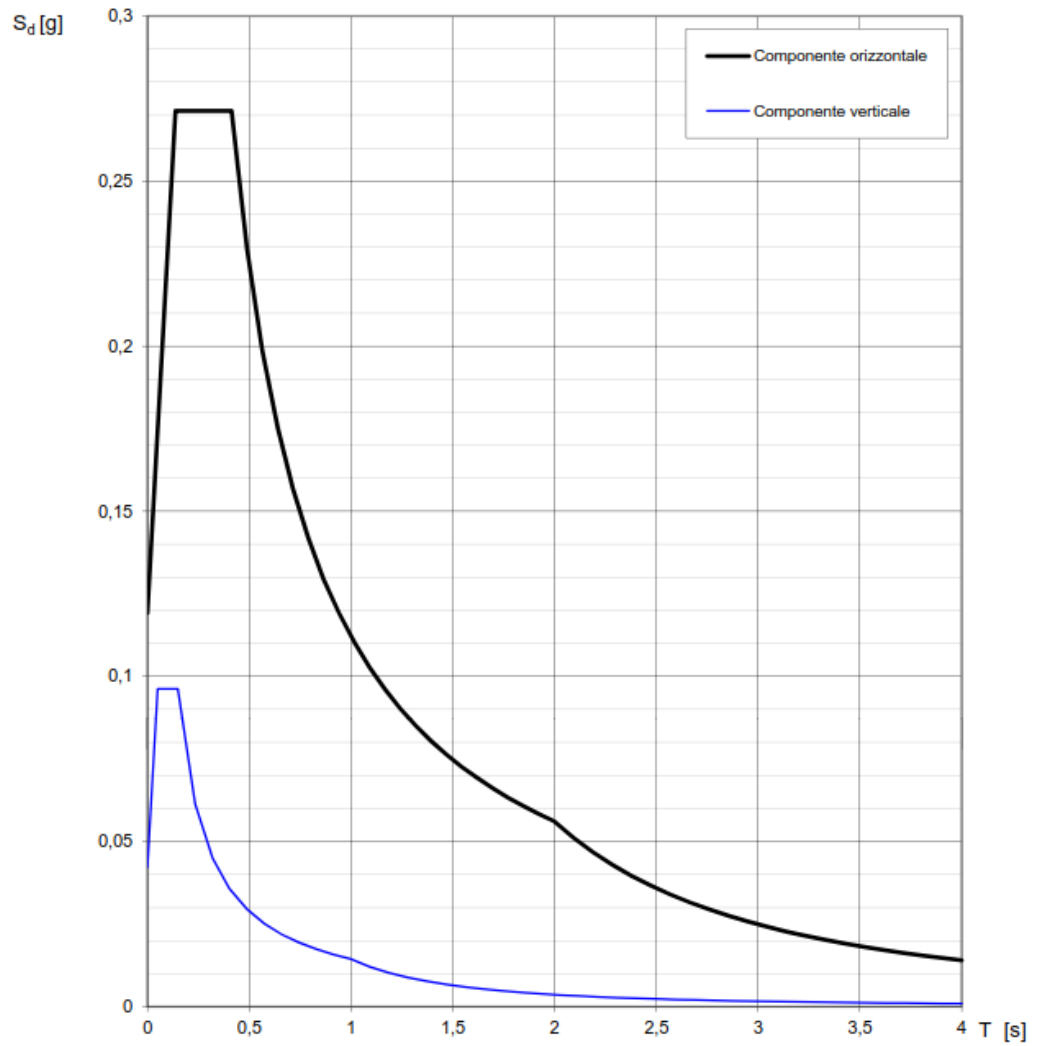
La verifica dell' idoneità del programma, l' utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell' utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall' utilizzo dello stesso.

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLD



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

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLO



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

DI SEGUITO VIENE RIPORTATA LA GENERAZIONE DELLE MASSE PER L'ANALISI SISMICA DELL'OPERA D'ARTE RISPETTIVAMENTE PER SLV, SLD, SLO NELLE DIREZIONI X ED Y

SLV - X

* MASS GENERATION DATA FOR LATERAL ANALYSIS OF BUILDING [UNIT: kN, m]

| STORY NAME | TRANSLATIONAL MASS (X-DIR) | TRANSLATIONAL MASS (Y-DIR) | ROTATIONAL MASS | CENTER OF MASS (X-COORD) | CENTER OF MASS (Y-COORD) |
|------------|----------------------------|----------------------------|-----------------|--------------------------|--------------------------|
| Roof | 62.7128334 | 62.7128334 | 934.137061 | 5.94597358 | 1.75058715 |
| 1F | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| TOTAL : | 62.7128334 | 62.7128334 | | | |

* ADDITIONAL MASSES FOR THE CALCULATION OF EQUIVALENT SEISMIC FORCE

Note. The following masses are between two adjacent stories or on the nodes released from floor rigid diaphragm by *Diaphragm Disconnect command. The masses are proportionally distributed to upper/lower stories according to their vertical locations. For dynamic analysis, however, floor masses and masses on vertical elements remain at their original locations.

| STORY NAME | TRANSLATIONAL MASS (X-DIR) | TRANSLATIONAL MASS (Y-DIR) |
|------------|----------------------------|----------------------------|
| Roof | 119.876436 | 119.876436 |
| 1F | 202.366435 | 202.366435 |
| TOTAL : | 322.242871 | 322.242871 |

* EQUIVALENT SEISMIC LOAD IN ACCORDANCE WITH NTC2008 [UNIT: kN, m]

Ground Type : B
 Spectrum Type : User Defined
 Soil Class Factor (S) : 1.20
 Limits of Constant Spectral Acceleration Branch (Tb) : 0.17
 Limits of Constant Spectral Acceleration Branch (Tc) : 0.52
 Start of Constant Displacement Range of Spectrum (Td) : 3.03
 Maximum Horizontal Acceleration (ag) : 0.36
 Structure Factor (q) : 1.00
 Amplification Factor (F0) : 2.47
 Period of constant Horizontal Acceleration (Tc*) : 0.39
 Correction Factor for X-direction (Lambda_x) : 1.00
 Correction Factor for Y-direction (Lambda_y) : 1.00
 Fundamental Period for X-direction (Tlx) : 0.0777
 Fundamental Period for Y-direction (Tly) : 0.0777
 Ordinate of Design Spectrum at Period Tlx (Sd(Tlx)) : 0.7143
 Ordinate of Design Spectrum at Period Tly (Sd(Tly)) : 0.7143
 Total Effective Weight For X-dir. Seismic Loads (Wx) : 1790.470378
 Total Effective Weight For Y-dir. Seismic Loads (Wy) : 1790.470378
 Scale Factor For X-directional Seismic Loads : 1.00
 Scale Factor For Y-directional Seismic Loads : 0.00
 Accidental Eccentricity For X-direction (Ex) : Positive
 Accidental Eccentricity For Y-direction (Ey) : Positive
 Torsional Amplification for Accidental Eccentricity : Do not Consider
 Torsional Amplification for Inherent Eccentricity : Do not Consider
 Total Base Shear Of Model For X-direction : 1278.932394
 Total Base Shear Of Model For Y-direction : 0.000000
 Summation Of Wi*Zi Of Model For X-direction : 3222.846681
 Summation Of Wi*Zi Of Model For Y-direction : 0.000000

=====

ECCENTRICITY RELATED DATA

=====

| STORY NAME | X - D I R E C T I O N A L L O A D | | | | Y - D I R E C T I O N A L L O A D | | | |
|------------|-----------------------------------|------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------------------|------------------|-----------------------|---------------------|
| | ACCIDENTAL ECCENT. | INHERENT ECCENT. | ACCIDENTAL AMP.FACTOR | INHERENT AMP.FACTOR | ACCIDENTAL ECCENT. | INHERENT ECCENT. | ACCIDENTAL AMP.FACTOR | INHERENT AMP.FACTOR |
| Roof | -0.175 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.605 | 0.0 | 1.0 | 0.0 |

The accidental amplification factors are automatically set to 1.0 when torsional amplification effect

to accidental eccentricity is not considered.
The inherent amplification factors are automatically set to 0 when torsional amplification effect to inherent eccentricity is not considered.
The inherent amplification factors are all set to 'the input value - 1.0'.(This is to exclude the true inherent torsion)

** Story Force = Seismic Force x Scale Factor + Added Force

S E I S M I C L O A D G E N E R A T I O N D A T A X - D I R E C T I O N

| STORY NAME | STORY WEIGHT | STORY LEVEL | SEISMIC FORCE | ADDED FORCE | STORY FORCE | STORY SHEAR | OVERTURN. MOMENT | ACCIDENT. TORSION | INHERENT TORSION | TOTAL TORSION |
|------------|--------------|-------------|---------------|-------------|-------------|-------------|------------------|-------------------|------------------|---------------|
| Roof | 1790.47 | 1.8 | 1278.932 | 0.0 | 1278.932 | 0.0 | 0.0 | 223.8132 | 0.0 | 223.8132 |
| G.L. | -- | 0.0 | -- | -- | -- | 1278.932 | 2302.078 | --- | --- | --- |

S E I S M I C L O A D G E N E R A T I O N D A T A Y - D I R E C T I O N

| STORY NAME | STORY WEIGHT | STORY LEVEL | SEISMIC FORCE | ADDED FORCE | STORY FORCE | STORY SHEAR | OVERTURN. MOMENT | ACCIDENT. TORSION | INHERENT TORSION | TOTAL TORSION |
|------------|--------------|-------------|---------------|-------------|-------------|-------------|------------------|-------------------|------------------|---------------|
| Roof | 1790.47 | 1.8 | 1278.932 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| G.L. | -- | 0.0 | -- | -- | -- | 0.0 | 0.0 | --- | --- | --- |

SLV - y

* MASS GENERATION DATA FOR LATERAL ANALYSIS OF BUILDING [UNIT: kN, m]

| STORY NAME | TRANSLATIONAL MASS (X-DIR) | TRANSLATIONAL MASS (Y-DIR) | ROTATIONAL MASS | CENTER OF MASS (X-COORD) | CENTER OF MASS (Y-COORD) |
|------------|----------------------------|----------------------------|-----------------|--------------------------|--------------------------|
| Roof | 62.7128334 | 62.7128334 | 934.137061 | 5.94597358 | 1.75058715 |
| 1F | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| TOTAL : | 62.7128334 | 62.7128334 | | | |

* ADDITIONAL MASSES FOR THE CALCULATION OF EQUIVALENT SEISMIC FORCE

Note. The following masses are between two adjacent stories or on the nodes released from floor rigid diaphragm by *Diaphragm Disconnect command. The masses are proportionally distributed to upper/lower stories according to their vertical locations. For dynamic analysis, however, floor masses and masses on vertical elements remain at their original locations.

| STORY NAME | TRANSLATIONAL MASS (X-DIR) | TRANSLATIONAL MASS (Y-DIR) |
|------------|----------------------------|----------------------------|
| Roof | 119.876436 | 119.876436 |
| 1F | 202.366435 | 202.366435 |
| TOTAL : | 322.242871 | 322.242871 |

* EQUIVALENT SEISMIC LOAD IN ACCORDANCE WITH NTC2008 [UNIT: kN, m]

| | |
|---|----------------|
| Ground Type | : B |
| Spectrum Type | : User Defined |
| Soil Class Factor (S) | : 1.20 |
| Limits of Constant Spectral Acceleration Branch (Tb) | : 0.17 |
| Limits of Constant Spectral Acceleration Branch (Tc) | : 0.52 |
| Start of Constant Displacement Range of Spectrum (Td) | : 3.03 |
| Maximum Horizontal Acceleration (ag) | : 0.36 |
| Structure Factor (g) | : 1.00 |
| Amplification Factor (F0) | : 2.47 |
| Period of constant Horizontal Acceleration (Tc*) | : 0.39 |
| Correction Factor for X-direction (Lambda_x) | : 1.00 |
| Correction Factor for Y-direction (Lambda_y) | : 1.00 |
| Fundamental Period for X-direction (Tlx) | : 0.0777 |
| Fundamental Period for Y-direction (Tly) | : 0.0777 |
| Ordinate of Design Spectrum at Period Tlx (Sd(Tlx)) | : 0.7160 |
| Ordinate of Design Spectrum at Period Tly (Sd(Tly)) | : 0.7160 |
| Total Effective Weight For X-dir. Seismic Loads (Wx) | : 1790.470378 |
| Total Effective Weight For Y-dir. Seismic Loads (Wy) | : 1790.470378 |
| Scale Factor For X-directional Seismic Loads | : 0.00 |
| Scale Factor For Y-directional Seismic Loads | : 1.00 |
| Accidental Eccentricity For X-direction (Ex) | : Positive |
| Accidental Eccentricity For Y-direction (Ey) | : Positive |

Torsional Amplification for Accidental Eccentricity : Do not Consider
Torsional Amplification for Inherent Eccentricity : Do not Consider

Total Base Shear Of Model For X-direction : 0.000000
Total Base Shear Of Model For Y-direction : 1281.913367
Summation Of Wi*Zi Of Model For X-direction : 0.000000
Summation Of Wi*Zi Of Model For Y-direction : 3222.846681

=====

ECCENTRICITY RELATED DATA

=====

| STORY NAME | X - D I R E C T I O N A L L O A D | | | | Y - D I R E C T I O N A L L O A D | | | |
|------------|-----------------------------------|------------------|------------------------|----------------------|-----------------------------------|------------------|------------------------|----------------------|
| | ACCIDENTAL ECCENT. | INHERENT ECCENT. | ACCIDENTAL AMP. FACTOR | INHERENT AMP. FACTOR | ACCIDENTAL ECCENT. | INHERENT ECCENT. | ACCIDENTAL AMP. FACTOR | INHERENT AMP. FACTOR |
| Roof | -0.175 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.605 | 0.0 | 1.0 | 0.0 |

The accidental amplification factors are automatically set to 1.0 when torsional amplification effect to accidental eccentricity is not considered.
The inherent amplification factors are automatically set to 0 when torsional amplification effect to inherent eccentricity is not considered.
The inherent amplification factors are all set to 'the input value - 1.0'.(This is to exclude the true inherent torsion)

** Story Force = Seismic Force x Scale Factor + Added Force

SEISMIC LOAD GENERATION DATA X - D I R E C T I O N

| STORY NAME | STORY WEIGHT | STORY LEVEL | SEISMIC FORCE | ADDED FORCE | STORY FORCE | STORY SHEAR | OVERTURN. MOMENT | ACCIDENT. TORSION | INHERENT TORSION | TOTAL TORSION |
|------------|--------------|-------------|---------------|-------------|-------------|-------------|------------------|-------------------|------------------|---------------|
| Roof | 1790.47 | 1.8 | 1281.913 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| G.L. | -- | 0.0 | -- | -- | -- | 0.0 | 0.0 | --- | --- | --- |

SEISMIC LOAD GENERATION DATA Y - D I R E C T I O N

| STORY NAME | STORY WEIGHT | STORY LEVEL | SEISMIC FORCE | ADDED FORCE | STORY FORCE | STORY SHEAR | OVERTURN. MOMENT | ACCIDENT. TORSION | INHERENT TORSION | TOTAL TORSION |
|------------|--------------|-------------|---------------|-------------|-------------|-------------|------------------|-------------------|------------------|---------------|
| Roof | 1790.47 | 1.8 | 1281.913 | 0.0 | 1281.913 | 0.0 | 0.0 | 775.5576 | 0.0 | 775.5576 |
| G.L. | -- | 0.0 | -- | -- | -- | 1281.913 | 2307.444 | --- | --- | --- |

SLD - x

* MASS GENERATION DATA FOR LATERAL ANALYSIS OF BUILDING [UNIT: kN, m]

| STORY NAME | TRANSLATIONAL MASS (X-DIR) (Y-DIR) | | ROTATIONAL MASS | CENTER OF MASS (X-COORD) (Y-COORD) | |
|------------|------------------------------------|------------|-----------------|------------------------------------|------------|
| Roof | 62.7128334 | 62.7128334 | 934.137061 | 5.94597358 | 1.75058715 |
| 1F | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| TOTAL : | 62.7128334 | 62.7128334 | | | |

* ADDITIONAL MASSES FOR THE CALCULATION OF EQUIVALENT SEISMIC FORCE

Note. The following masses are between two adjacent stories or on the nodes released from floor rigid diaphragm by *Diaphragm Disconnect command. The masses are proportionally distributed to upper/lower stories according to their vertical locations. For dynamic analysis, however, floor masses and masses on vertical elements remain at their original locations.

| STORY NAME | TRANSLATIONAL MASS (X-DIR) (Y-DIR) | |
|------------|------------------------------------|------------|
| Roof | 119.876436 | 119.876436 |
| 1F | 202.366435 | 202.366435 |
| TOTAL : | 322.242871 | 322.242871 |

* EQUIVALENT SEISMIC LOAD IN ACCORDANCE WITH NTC2008 [UNIT: kN, m]

Ground Type : B
Spectrum Type : User Defined
Soil Class Factor (S) : 1.20

```

Limits of Constant Spectral Acceleration Branch (Tb) : 0.14
Limits of Constant Spectral Acceleration Branch (Tc) : 0.43
Start of Constant Displacement Range of Spectrum (Td) : 2.12
Maximum Horizontal Acceleration (ag) : 0.13
Structure Factor (g) : 1.00
Amplification Factor (FO) : 2.29
Period of constant Horizontal Acceleration (Tc*) : 0.31
Correction Factor for X-direction (Lambda_x) : 1.00
Correction Factor for Y-direction (Lambda_y) : 1.00
Fundamental Period for X-direction (Tlx) : 0.0777
Fundamental Period for Y-direction (Tly) : 0.0777
Ordinate of Design Spectrum at Period Tlx (Sd(Tlx)) : 0.2647
Ordinate of Design Spectrum at Period Tly (Sd(Tly)) : 0.2647

Total Effective Weight For X-dir. Seismic Loads (Wx) : 1790.470378
Total Effective Weight For Y-dir. Seismic Loads (Wy) : 1790.470378

Scale Factor For X-directional Seismic Loads : 1.00
Scale Factor For Y-directional Seismic Loads : 0.00

Accidental Eccentricity For X-direction (Ex) : Positive
Accidental Eccentricity For Y-direction (Ey) : Positive

Torsional Amplification for Accidental Eccentricity : Do not Consider
Torsional Amplification for Inherent Eccentricity : Do not Consider

Total Base Shear Of Model For X-direction : 473.883661
Total Base Shear Of Model For Y-direction : 0.000000
Summation Of Wi*Zi Of Model For X-direction : 3222.846681
Summation Of Wi*Zi Of Model For Y-direction : 0.000000

```

```

=====
ECCENTRICITY RELATED DATA
=====

```

| STORY NAME | X - DIRECTIONAL LOAD | | | | Y - DIRECTIONAL LOAD | | | |
|------------|----------------------|------------------|------------------------|----------------------|----------------------|------------------|------------------------|----------------------|
| | ACCIDENTAL ECCENT. | INHERENT ECCENT. | ACCIDENTAL AMP. FACTOR | INHERENT AMP. FACTOR | ACCIDENTAL ECCENT. | INHERENT ECCENT. | ACCIDENTAL AMP. FACTOR | INHERENT AMP. FACTOR |
| Roof | -0.175 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.605 | 0.0 | 1.0 | 0.0 |

```

-----
The accidental amplification factors are automatically set to 1.0 when torsional amplification effect to accidental eccentricity is not considered.
The inherent amplification factors are automatically set to 0 when torsional amplification effect to inherent eccentricity is not considered.
The inherent amplification factors are all set to 'the input value - 1.0'..(This is to exclude the true inherent torsion)
-----

```

** Story Force = Seismic Force x Scale Factor + Added Force

```

SEISMIC LOAD GENERATION DATA X - DIRECTION

```

| STORY NAME | STORY WEIGHT | STORY LEVEL | SEISMIC FORCE | ADDED FORCE | STORY FORCE | STORY SHEAR | OVERTURN. MOMENT | ACCIDENT. TORSION | INHERENT TORSION | TOTAL TORSION |
|------------|--------------|-------------|---------------|-------------|-------------|-------------|------------------|-------------------|------------------|---------------|
| Roof | 1790.47 | 1.8 | 473.8837 | 0.0 | 473.8837 | 0.0 | 0.0 | 82.92964 | 0.0 | 82.92964 |
| G.L. | -- | 0.0 | -- | -- | -- | 473.8837 | 852.9906 | --- | --- | --- |

```

SEISMIC LOAD GENERATION DATA Y - DIRECTION

```

| STORY NAME | STORY WEIGHT | STORY LEVEL | SEISMIC FORCE | ADDED FORCE | STORY FORCE | STORY SHEAR | OVERTURN. MOMENT | ACCIDENT. TORSION | INHERENT TORSION | TOTAL TORSION |
|------------|--------------|-------------|---------------|-------------|-------------|-------------|------------------|-------------------|------------------|---------------|
| Roof | 1790.47 | 1.8 | 473.8837 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| G.L. | -- | 0.0 | -- | -- | -- | 0.0 | 0.0 | --- | --- | --- |

SLD - y

* MASS GENERATION DATA FOR LATERAL ANALYSIS OF BUILDING [UNIT: kN, m]

| STORY NAME | TRANSLATIONAL MASS | | ROTATIONAL MASS | CENTER OF MASS | |
|------------|--------------------|------------|-----------------|----------------|------------|
| | (X-DIR) | (Y-DIR) | | (X-COORD) | (Y-COORD) |
| Roof | 62.7128334 | 62.7128334 | 934.137061 | 5.94597358 | 1.75058715 |
| 1F | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| TOTAL : | 62.7128334 | 62.7128334 | | | |

* ADDITIONAL MASSES FOR THE CALCULATION OF EQUIVALENT SEISMIC FORCE

Note. The following masses are between two adjacent stories or on the nodes released from floor rigid diaphragm by *Diaphragm Disconnect command. The masses are proportionally distributed to upper/lower stories according to their vertical locations. For dynamic analysis, however, floor masses and masses on vertical elements remain at their original locations.

| STORY NAME | TRANSLATIONAL MASS | |
|------------|--------------------|------------|
| | (X-DIR) | (Y-DIR) |
| Roof | 119.876436 | 119.876436 |
| 1F | 202.366435 | 202.366435 |
| TOTAL : | 322.242871 | 322.242871 |

* EQUIVALENT SEISMIC LOAD IN ACCORDANCE WITH NTC2008 [UNIT: kN, m]

Ground Type : B
 Spectrum Type : User Defined
 Soil Class Factor (S) : 1.20
 Limits of Constant Spectral Acceleration Branch (Tb) : 0.14
 Limits of Constant Spectral Acceleration Branch (Tc) : 0.43
 Start of Constant Displacement Range of Spectrum (Td) : 2.12
 Maximum Horizontal Acceleration (ag) : 0.13
 Structure Factor (g) : 1.00
 Amplification Factor (F0) : 2.29
 Period of constant Horizontal Acceleration (Tc*) : 0.31
 Correction Factor for X-direction (Lambda_x) : 1.00
 Correction Factor for Y-direction (Lambda_y) : 1.00
 Fundamental Period for X-direction (Tlx) : 0.0777
 Fundamental Period for Y-direction (Tly) : 0.0777
 Ordinate of Design Spectrum at Period Tlx (Sd(Tlx)) : 0.2647
 Ordinate of Design Spectrum at Period Tly (Sd(Tly)) : 0.2647
 Total Effective Weight For X-dir. Seismic Loads (Wx) : 1790.470378
 Total Effective Weight For Y-dir. Seismic Loads (Wy) : 1790.470378
 Scale Factor For X-directional Seismic Loads : 0.00
 Scale Factor For Y-directional Seismic Loads : 1.00
 Accidental Eccentricity For X-direction (Ex) : Positive
 Accidental Eccentricity For Y-direction (Ey) : Positive
 Torsional Amplification for Accidental Eccentricity : Do not Consider
 Torsional Amplification for Inherent Eccentricity : Do not Consider
 Total Base Shear Of Model For X-direction : 0.000000
 Total Base Shear Of Model For Y-direction : 473.883661
 Summation Of Wi*Zi Of Model For X-direction : 0.000000
 Summation Of Wi*Zi Of Model For Y-direction : 3222.846681

=====

ECCENTRICITY RELATED DATA

=====

| STORY NAME | X - D I R E C T I O N A L L O A D | | | | Y - D I R E C T I O N A L L O A D | | | |
|------------|-----------------------------------|------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------------------|------------------|-----------------------|---------------------|
| | ACCIDENTAL ECCENT. | INHERENT ECCENT. | ACCIDENTAL AMP.FACTOR | INHERENT AMP.FACTOR | ACCIDENTAL ECCENT. | INHERENT ECCENT. | ACCIDENTAL AMP.FACTOR | INHERENT AMP.FACTOR |
| Roof | -0.175 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.605 | 0.0 | 1.0 | 0.0 |

The accidental amplification factors are automatically set to 1.0 when torsional amplification effect to accidental eccentricity is not considered.
 The inherent amplification factors are automatically set to 0 when torsional amplification effect to inherent eccentricity is not considered.
 The inherent amplification factors are all set to 'the input value - 1.0'.(This is to exclude the true inherent torsion)

** Story Force = Seismic Force x Scale Factor + Added Force

SEISMIC LOAD GENERATION DATA X - D I R E C T I O N

| STORY NAME | STORY WEIGHT | STORY LEVEL | SEISMIC FORCE | ADDED FORCE | STORY FORCE | STORY SHEAR | STORY OVERTURN. MOMENT | ACCIDENT. TORSION | INHERENT TORSION | TOTAL TORSION |
|------------|--------------|-------------|---------------|-------------|-------------|-------------|------------------------|-------------------|------------------|---------------|
| Roof | 1790.47 | 1.8 | 473.8837 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| G.L. | -- | 0.0 | -- | -- | -- | 0.0 | 0.0 | --- | --- | --- |

SEISMIC LOAD GENERATION DATA Y - D I R E C T I O N

| STORY NAME | STORY WEIGHT | STORY LEVEL | SEISMIC FORCE | ADDED FORCE | STORY FORCE | STORY SHEAR | OVERTURN. MOMENT | ACCIDENT. TORSION | INHERENT TORSION | TOTAL TORSION |
|------------|--------------|-------------|---------------|-------------|-------------|-------------|------------------|-------------------|------------------|---------------|
| Roof | 1790.47 | 1.8 | 473.8837 | 0.0 | 473.8837 | 0.0 | 0.0 | 286.6996 | 0.0 | 286.6996 |
| G.L. | -- | 0.0 | -- | -- | -- | 473.8837 | 852.9906 | --- | --- | --- |

SLO - x

* MASS GENERATION DATA FOR LATERAL ANALYSIS OF BUILDING [UNIT: kN, m]

| STORY NAME | TRANSLATIONAL MASS (X-DIR) | TRANSLATIONAL MASS (Y-DIR) | ROTATIONAL MASS | CENTER OF MASS (X-COORD) | CENTER OF MASS (Y-COORD) |
|------------|----------------------------|----------------------------|-----------------|--------------------------|--------------------------|
| Roof | 62.7128334 | 62.7128334 | 934.137061 | 5.94597358 | 1.75058715 |
| 1F | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| TOTAL : | 62.7128334 | 62.7128334 | | | |

* ADDITIONAL MASSES FOR THE CALCULATION OF EQUIVALENT SEISMIC FORCE

Note. The following masses are between two adjacent stories or on the nodes released from floor rigid diaphragm by *Diaphragm Disconnect command. The masses are proportionally distributed to upper/lower stories according to their vertical locations. For dynamic analysis, however, floor masses and masses on vertical elements remain at their original locations.

| STORY NAME | TRANSLATIONAL MASS (X-DIR) | TRANSLATIONAL MASS (Y-DIR) |
|------------|----------------------------|----------------------------|
| Roof | 119.876436 | 119.876436 |
| 1F | 202.366435 | 202.366435 |
| TOTAL : | 322.242871 | 322.242871 |

* EQUIVALENT SEISMIC LOAD IN ACCORDANCE WITH NTC2008 [UNIT: kN, m]

| | |
|---|-------------------|
| Ground Type | : B |
| Spectrum Type | : User Defined |
| Soil Class Factor (S) | : 1.20 |
| Limits of Constant Spectral Acceleration Branch (Tb) | : 0.14 |
| Limits of Constant Spectral Acceleration Branch (Tc) | : 0.41 |
| Start of Constant Displacement Range of Spectrum (Td) | : 1.99 |
| Maximum Horizontal Acceleration (ag) | : 0.10 |
| Structure Factor (q) | : 1.00 |
| Amplification Factor (F0) | : 2.27 |
| Period of constant Horizontal Acceleration (Tc*) | : 0.29 |
| Correction Factor for X-direction (Lambda_x) | : 1.00 |
| Correction Factor for Y-direction (Lambda_y) | : 1.00 |
| Fundamental Period for X-direction (Tlx) | : 0.0777 |
| Fundamental Period for Y-direction (Tly) | : 0.0777 |
| Ordinate of Design Spectrum at Period Tlx (Sd(Tlx)) | : 0.2047 |
| Ordinate of Design Spectrum at Period Tly (Sd(Tly)) | : 0.2047 |
| Total Effective Weight For X-dir. Seismic Loads (Wx) | : 1790.470378 |
| Total Effective Weight For Y-dir. Seismic Loads (Wy) | : 1790.470378 |
| Scale Factor For X-directional Seismic Loads | : 1.00 |
| Scale Factor For Y-directional Seismic Loads | : 0.00 |
| Accidental Eccentricity For X-direction (Ex) | : Positive |
| Accidental Eccentricity For Y-direction (Ey) | : Positive |
| Torsional Amplification for Accidental Eccentricity | : Do not Consider |
| Torsional Amplification for Inherent Eccentricity | : Do not Consider |
| Total Base Shear Of Model For X-direction | : 366.521297 |
| Total Base Shear Of Model For Y-direction | : 0.000000 |
| Summation Of Wi*Zi Of Model For X-direction | : 3222.846681 |
| Summation Of Wi*Zi Of Model For Y-direction | : 0.000000 |

=====

ECCENTRICITY RELATED DATA

=====

| STORY NAME | X - D I R E C T I O N A L L O A D | | | | Y - D I R E C T I O N A L L O A D | | | |
|------------|-----------------------------------|------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------------------|------------------|-----------------------|---------------------|
| | ACCIDENTAL ECCENT. | INHERENT ECCENT. | ACCIDENTAL AMP.FACTOR | INHERENT AMP.FACTOR | ACCIDENTAL ECCENT. | INHERENT ECCENT. | ACCIDENTAL AMP.FACTOR | INHERENT AMP.FACTOR |
| Roof | -0.175 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.605 | 0.0 | 1.0 | 0.0 |

=====

The accidental amplification factors are automatically set to 1.0 when torsional amplification effect to accidental eccentricity is not considered.
The inherent amplification factors are automatically set to 0 when torsional amplification effect to inherent eccentricity is not considered.
The inherent amplification factors are all set to 'the input value - 1.0'.(This is to exclude the true inherent torsion)

** Story Force = Seismic Force x Scale Factor + Added Force

SEISMIC LOAD GENERATION DATA X - DIRECTION

| STORY NAME | STORY WEIGHT | STORY LEVEL | SEISMIC FORCE | ADDED FORCE | STORY FORCE | STORY SHEAR | OVERTURN. MOMENT | ACCIDENT. TORSION | INHERENT TORSION | TOTAL TORSION |
|------------|--------------|-------------|---------------|-------------|-------------|-------------|------------------|-------------------|------------------|---------------|
| Roof | 1790.47 | 1.8 | 366.5213 | 0.0 | 366.5213 | 0.0 | 0.0 | 64.14123 | 0.0 | 64.14123 |
| G.L. | -- | 0.0 | -- | -- | -- | 366.5213 | 659.7383 | --- | --- | --- |

SEISMIC LOAD GENERATION DATA Y - DIRECTION

| STORY NAME | STORY WEIGHT | STORY LEVEL | SEISMIC FORCE | ADDED FORCE | STORY FORCE | STORY SHEAR | OVERTURN. MOMENT | ACCIDENT. TORSION | INHERENT TORSION | TOTAL TORSION |
|------------|--------------|-------------|---------------|-------------|-------------|-------------|------------------|-------------------|------------------|---------------|
| Roof | 1790.47 | 1.8 | 366.5213 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| G.L. | -- | 0.0 | -- | -- | -- | 0.0 | 0.0 | --- | --- | --- |

SLO - y

* MASS GENERATION DATA FOR LATERAL ANALYSIS OF BUILDING [UNIT: kN, m]

| STORY NAME | TRANSLATIONAL MASS (X-DIR) (Y-DIR) | | ROTATIONAL MASS | CENTER OF MASS (X-COORD) (Y-COORD) | |
|------------|------------------------------------|------------|-----------------|------------------------------------|------------|
| Roof | 62.7128334 | 62.7128334 | 934.137061 | 5.94597358 | 1.75058715 |
| 1F | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| TOTAL : | 62.7128334 | 62.7128334 | | | |

* ADDITIONAL MASSES FOR THE CALCULATION OF EQUIVALENT SEISMIC FORCE

Note. The following masses are between two adjacent stories or on the nodes released from floor rigid diaphragm by *Diaphragm Disconnect command. The masses are proportionally distributed to upper/lower stories according to their vertical locations. For dynamic analysis, however, floor masses and masses on vertical elements remain at their original locations.

| STORY NAME | TRANSLATIONAL MASS (X-DIR) (Y-DIR) | |
|------------|------------------------------------|------------|
| Roof | 119.876436 | 119.876436 |
| 1F | 202.366435 | 202.366435 |
| TOTAL : | 322.242871 | 322.242871 |

* EQUIVALENT SEISMIC LOAD IN ACCORDANCE WITH NTC2008 [UNIT: kN, m]

Ground Type : B
Spectrum Type : User Defined
Soil Class Factor (S) : 1.20
Limits of Constant Spectral Acceleration Branch (Tb) : 0.13
Limits of Constant Spectral Acceleration Branch (Tc) : 0.41
Start of Constant Displacement Range of Spectrum (Td) : 1.99
Maximum Horizontal Acceleration (ag) : 0.10
Structure Factor (q) : 1.00
Amplification Factor (F0) : 2.27
Period of constant Horizontal Acceleration (Tc*) : 0.29
Correction Factor for X-direction (Lambda_x) : 1.00
Correction Factor for Y-direction (Lambda_y) : 1.00
Fundamental Period for X-direction (Tlx) : 0.0777
Fundamental Period for Y-direction (Tly) : 0.0777
Ordinate of Design Spectrum at Period Tlx (Sd(Tlx)) : 0.2063
Ordinate of Design Spectrum at Period Tly (Sd(Tly)) : 0.2063
Total Effective Weight For X-dir. Seismic Loads (Wx) : 1790.470378
Total Effective Weight For Y-dir. Seismic Loads (Wy) : 1790.470378
Scale Factor For X-directional Seismic Loads : 0.00
Scale Factor For Y-directional Seismic Loads : 1.00
Accidental Eccentricity For X-direction (Ex) : Positive

Accidental Eccentricity For Y-direction (Ey) : Positive
Torsional Amplification for Accidental Eccentricity : Do not Consider
Torsional Amplification for Inherent Eccentricity : Do not Consider
Total Base Shear Of Model For X-direction : 0.000000
Total Base Shear Of Model For Y-direction : 369.348187
Summation Of Wi*Zi Of Model For X-direction : 0.000000
Summation Of Wi*Zi Of Model For Y-direction : 3222.846681

=====
ECCENTRICITY RELATED DATA
=====

| STORY NAME | X - D I R E C T I O N A L L O A D | | | | Y - D I R E C T I O N A L L O A D | | | |
|------------|-----------------------------------|------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------------------|------------------|-----------------------|---------------------|
| | ACCIDENTAL ECCENT. | INHERENT ECCENT. | ACCIDENTAL AMP.FACTOR | INHERENT AMP.FACTOR | ACCIDENTAL ECCENT. | INHERENT ECCENT. | ACCIDENTAL AMP.FACTOR | INHERENT AMP.FACTOR |
| Roof | -0.175 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.605 | 0.0 | 1.0 | 0.0 |

The accidental amplification factors are automatically set to 1.0 when torsional amplification effect to accidental eccentricity is not considered.
The inherent amplification factors are automatically set to 0 when torsional amplification effect to inherent eccentricity is not considered.
The inherent amplification factors are all set to 'the input value - 1.0'.(This is to exclude the true inherent torsion)

** Story Force = Seismic Force x Scale Factor + Added Force

S E I S M I C L O A D G E N E R A T I O N D A T A X - D I R E C T I O N

| STORY NAME | STORY WEIGHT | STORY LEVEL | SEISMIC FORCE | ADDED FORCE | STORY FORCE | STORY SHEAR | OVERTURN. MOMENT | ACCIDENT. TORSION | INHERENT TORSION | TOTAL TORSION |
|------------|--------------|-------------|---------------|-------------|-------------|-------------|------------------|-------------------|------------------|---------------|
| Roof | 1790.47 | 1.8 | 369.3482 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| G.L. | -- | 0.0 | -- | -- | -- | 0.0 | 0.0 | --- | --- | --- |

S E I S M I C L O A D G E N E R A T I O N D A T A Y - D I R E C T I O N

| STORY NAME | STORY WEIGHT | STORY LEVEL | SEISMIC FORCE | ADDED FORCE | STORY FORCE | STORY SHEAR | OVERTURN. MOMENT | ACCIDENT. TORSION | INHERENT TORSION | TOTAL TORSION |
|------------|--------------|-------------|---------------|-------------|-------------|-------------|------------------|-------------------|------------------|---------------|
| Roof | 1790.47 | 1.8 | 369.3482 | 0.0 | 369.3482 | 0.0 | 0.0 | 223.4557 | 0.0 | 223.4557 |
| G.L. | -- | 0.0 | -- | -- | -- | 369.3482 | 664.8267 | --- | --- | --- |

=====

7.1 Combinazioni di calcolo

Le combinazioni di carico assunte dall'analisi precedentemente descritta e di seguito implementate, secondo la regola del 100-30%, nel relativo modello FEM sono le seguenti :

```

-----
DESIGN TYPE : Concrete Design
-----

LIST OF LOAD COMBINATIONS
=====
NUM  NAME          ACTIVE          TYPE
      LOADCASE(FACTOR) +          LOADCASE(FACTOR) +          LOADCASE(FACTOR)
-----
1    slv1          Strength/Stress  Add
      PESO PROPRIO( 1.300) +          PERMANENTI( 1.300) +          SPINTA TERRENO( 1.300)
+ SPINTA ACQUA TUBAZIO( 1.300) + SPINTA ACQUA PARETI( 1.300) +          NEVE( 1.050)
+ ACCIDENTALI( 1.500)
-----
2    slv2          Strength/Stress  Add
      PESO PROPRIO( 1.300) +          PERMANENTI( 1.300) +          SPINTA TERRENO( 1.300)
+ SPINTA ACQUA TUBAZIO( 1.300) + SPINTA ACQUA PARETI( 1.300) +          NEVE( 1.500)
+ ACCIDENTALI( 1.050)
-----
3    slv1          Strength/Stress  Add
      PESO PROPRIO( 1.000) +          PERMANENTI( 1.000) +          SPINTA TERRENO( 1.000)
+ SPINTA ACQUA TUBAZIO( 1.000) + SPINTA ACQUA PARETI( 1.000) + SOVR SPINTA SIS IN X( 1.000)
+ SOVR SPINTA SIS INY( 0.300) +          NEVE( 0.200) +          ACCIDENTALI( 0.600)
+ SISMA X SLV( 1.000) +          SISMA Y SLV( 0.300)
-----
4    slv2          Strength/Stress  Add
      PESO PROPRIO( 1.000) +          PERMANENTI( 1.000) +          SPINTA TERRENO( 1.000)
+ SPINTA ACQUA TUBAZIO( 1.000) + SPINTA ACQUA PARETI( 1.000) + SOVR SPINTA SIS IN X( 1.000)
+ SOVR SPINTA SIS INY(-0.300) +          NEVE( 0.200) +          ACCIDENTALI( 0.600)
+ SISMA X SLV( 1.000) +          SISMA Y SLV(-0.300)
-----
5    slv3          Strength/Stress  Add
      PESO PROPRIO( 1.000) +          PERMANENTI( 1.000) +          SPINTA TERRENO( 1.000)
+ SPINTA ACQUA TUBAZIO( 1.000) + SPINTA ACQUA PARETI( 1.000) + SOVR SPINTA SIS IN X( 0.300)
+ SOVR SPINTA SIS INY( 1.000) +          NEVE( 0.200) +          ACCIDENTALI( 0.600)
+ SISMA X SLV( 0.300) +          SISMA Y SLV( 1.000)
-----
6    slv4          Strength/Stress  Add
      PESO PROPRIO( 1.000) +          PERMANENTI( 1.000) +          SPINTA TERRENO( 1.000)
+ SPINTA ACQUA TUBAZIO( 1.000) + SPINTA ACQUA PARETI( 1.000) + SOVR SPINTA SIS IN X(-0.300)
+ SOVR SPINTA SIS INY( 1.000) +          NEVE( 0.200) +          ACCIDENTALI( 0.600)
+ SISMA X SLV(-0.300) +          SISMA Y SLV( 1.000)
-----
7    slv5          Strength/Stress  Add
      PESO PROPRIO( 1.000) +          PERMANENTI( 1.000) +          SPINTA TERRENO( 1.000)
+ SPINTA ACQUA TUBAZIO( 1.000) + SPINTA ACQUA PARETI( 1.000) + SOVR SPINTA SIS IN X(-1.000)
+ SOVR SPINTA SIS INY(-0.300) +          NEVE( 0.200) +          ACCIDENTALI( 0.600)
+ SISMA X SLV(-1.000) +          SISMA Y SLV(-0.300)
-----
8    slv6          Strength/Stress  Add
      PESO PROPRIO( 1.000) +          PERMANENTI( 1.000) +          SPINTA TERRENO( 1.000)
+ SPINTA ACQUA TUBAZIO( 1.000) + SPINTA ACQUA PARETI( 1.000) + SOVR SPINTA SIS IN X(-1.000)
+ SOVR SPINTA SIS INY( 3.000) +          NEVE( 0.200) +          ACCIDENTALI( 0.600)
+ SISMA X SLV(-1.000) +          SISMA Y SLV( 0.300)
-----
9    slv7          Strength/Stress  Add
      PESO PROPRIO( 1.000) +          PERMANENTI( 1.000) +          SPINTA TERRENO( 1.000)
+ SPINTA ACQUA TUBAZIO( 1.000) + SPINTA ACQUA PARETI( 1.000) + SOVR SPINTA SIS IN X(-0.300)
+ SOVR SPINTA SIS INY(-1.000) +          NEVE( 0.200) +          ACCIDENTALI( 0.600)
+ SISMA X SLV(-0.300) +          SISMA Y SLV(-1.000)
-----
10   slv8          Strength/Stress  Add

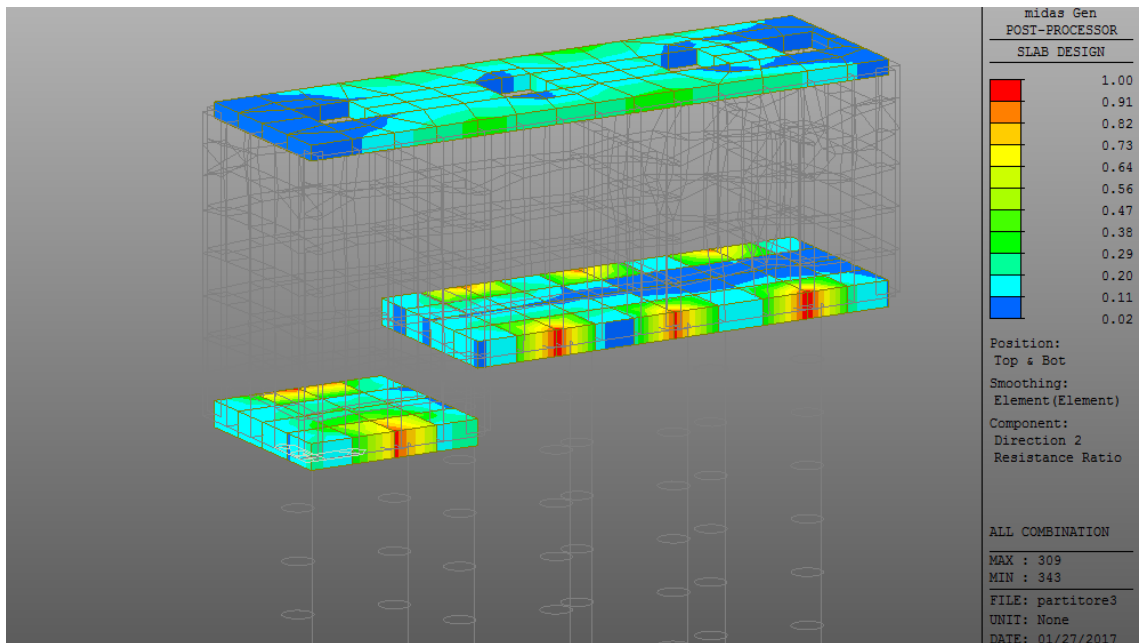
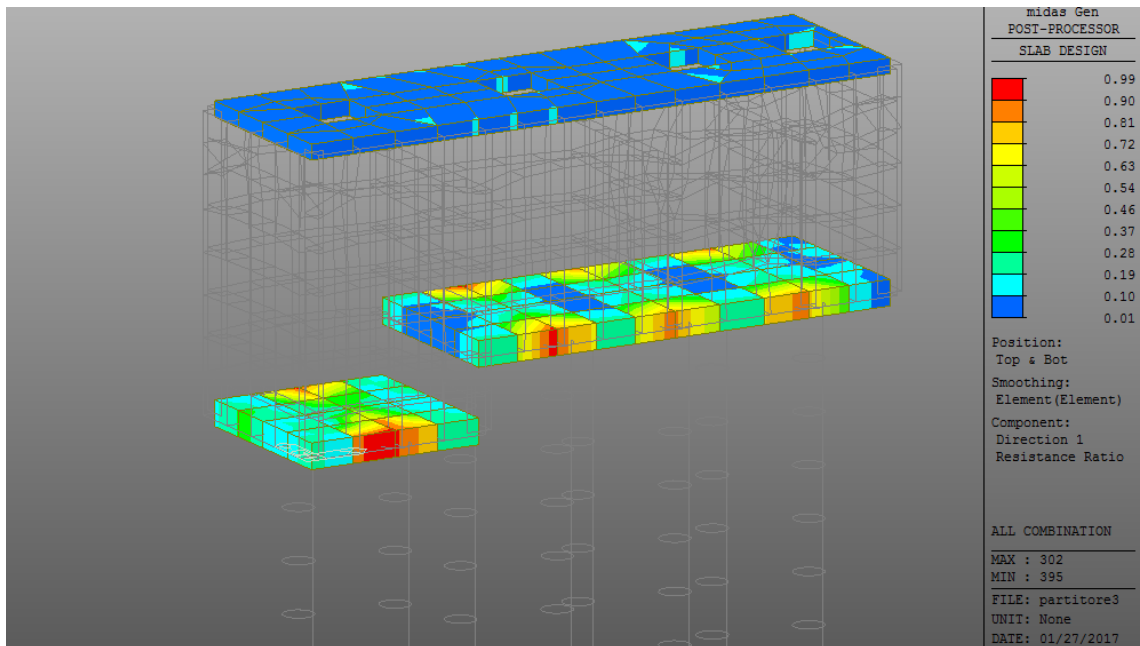
```

| | | | |
|----------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| | PESO PROPRIO(1.000) + | PERMANENTI(1.000) + | SPINTA TERRENO(1.000) |
| + SPINTA ACQUA TUBAZIO(1.000) + | | SPINTA ACQUA PARETI(1.000) + | SOVR SPINTA SIS IN X(0.300) |
| + SOVR SPINTA SIS INY(-1.000) + | | NEVE(0.200) + | ACCIDENTALI(0.600) |
| + SISMA X SLV(0.300) + | | SISMA Y SLV(-1.000) | |
| ----- | | | |
| 11 sle rara 1 | Serviceability | Add | |
| | PESO PROPRIO(1.000) + | PERMANENTI(1.000) + | SPINTA TERRENO(1.000) |
| + SPINTA ACQUA TUBAZIO(1.000) + | | SPINTA ACQUA PARETI(1.000) + | NEVE(0.700) |
| + ACCIDENTALI(1.000) | | | |
| ----- | | | |
| 12 sle rara 2 | Serviceability | Add | |
| | PESO PROPRIO(1.000) + | PERMANENTI(1.000) + | SPINTA TERRENO(1.000) |
| + SPINTA ACQUA TUBAZIO(1.000) + | | SPINTA ACQUA PARETI(1.000) + | NEVE(1.000) |
| + ACCIDENTALI(0.700) | | | |
| ----- | | | |
| 13 sle freq 1 | Serviceability | Add | |
| | PESO PROPRIO(1.000) + | PERMANENTI(1.000) + | SPINTA TERRENO(1.000) |
| + SPINTA ACQUA TUBAZIO(1.000) + | | SPINTA ACQUA PARETI(1.000) + | NEVE(0.500) |
| + ACCIDENTALI(0.600) | | | |
| ----- | | | |
| 14 sle freq 2 | Serviceability | Add | |
| | PESO PROPRIO(1.000) + | PERMANENTI(1.000) + | SPINTA TERRENO(1.000) |
| + SPINTA ACQUA TUBAZIO(1.000) + | | SPINTA ACQUA PARETI(1.000) + | NEVE(0.200) |
| + ACCIDENTALI(0.700) | | | |
| ----- | | | |
| 15 sle qp 1 | Serviceability | Add | |
| | PESO PROPRIO(1.000) + | PERMANENTI(1.000) + | SPINTA TERRENO(1.000) |
| + SPINTA ACQUA TUBAZIO(1.000) + | | SPINTA ACQUA PARETI(1.000) + | NEVE(0.200) |
| + ACCIDENTALI(0.600) | | | |
| ----- | | | |

Nota: dato che i carichi permanenti portati di cui alla tab 2.6.I della norma NTC 08, si adottano gli stessi coefficienti adottati per i carichi permanenti.

7.2 Risultati dell'analisi pseudo statica

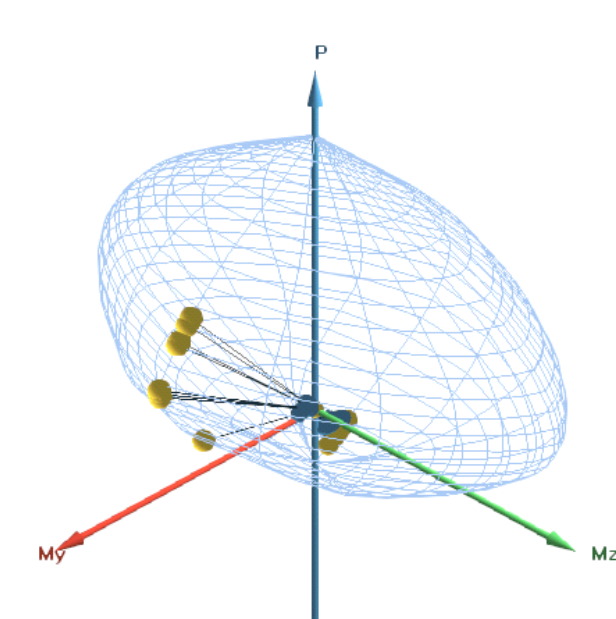
7.2.1 Risultati verifica della platea e piastra nelle direzioni 1 e 2 (y ed x)



7.2.2 *Verifica delle pareti*

Dall'analisi F.E.M. eseguita risulta che per tutte le combinazioni, quelle relative allo S.L.U. e SLV risultano essere le più gravose per la struttura. La verifica per tutte le combinazioni necessarie ha fornito un dominio di resistenza della sezione che contiene le coppie (M,N) derivanti dall'analisi. Il rapporto R_d/E_d è inferiore all'unità per cui la sezione maggiormente sollecitata è verificata. Si rimanda al fascicolo dei calcoli per un'esaudiente trattazione

P-Mx-My Curve



| Load Comb Name | Ratio | | |
|----------------|-------|-------|---------|
| | P-My | P-Mz | P-My/Mz |
| slu1 pre | 0,511 | 0,000 | 0,511 |
| slu1 ten | 0,033 | 0,000 | 0,033 |
| slv1 pre | 0,661 | 0,000 | 0,661 |
| slv1 ten | 0,048 | 0,000 | 0,048 |
| slv2 pre | 0,533 | 0,000 | 0,533 |
| slv2 ten | 0,042 | 0,000 | 0,042 |
| slv3 pre | 0,862 | 0,000 | 0,862 |
| slv3 ten | 0,080 | 0,000 | 0,080 |
| slv4 pre | 0,858 | 0,000 | 0,858 |
| slv4 ten | 0,082 | 0,000 | 0,082 |
| slv5 pre | 0,452 | 0,000 | 0,452 |
| slv5 ten | 0,056 | 0,000 | 0,056 |
| slv6 pre | 0,759 | 0,000 | 0,759 |
| slv6 ten | 0,080 | 0,000 | 0,080 |
| slv7 pre | 0,575 | 0,000 | 0,575 |
| slv7 ten | 0,154 | 0,000 | 0,154 |
| slv8 pre | 0,557 | 0,000 | 0,557 |
| slv8 ten | 0,152 | 0,000 | 0,152 |

8. Verifica Geotecnica

La scelta del palo del 600 è stata vincolata dalle condizioni al contorno dettate dai vincoli infrastrutturali esistenti. La tipologia è un palo trivellato del diametro di perforazione di 600 mm armato con barre del fi 20 e armatura spiroidale fi 12 passo 14 cm. In accordo con l'analisi si è proceduto al dimensionamento del medesimo mediante l'Approccio di tipo 2. Si sono prese le massime sollecitazioni ottenute.

VERIFICA GEOTECNICA DEI PALI

contributo del palo

| | | |
|---------------|-------------------------|--|
| D | 0,60 m | diametro del palo |
| γ_{ca} | 25,00 kN/m ³ | peso specifico c.a. |
| γ_{G1} | 1,30 | coefficiente parziale dell'azione permanente |
| n_w | 9,19 kN/m | contributo unitario del palo |

terreno

| | | |
|----------------|-------------------------|--|
| ϕ | 35 ° | angolo d'attrito interno |
| $\tan \phi$ | 0,70021 | |
| K _o | 0,43 | coefficiente di spinta a riposo |
| γ' | 18,30 kN/m ³ | peso specifico alleggerito del terreno |

contributo dell'attrito laterale

| | | |
|-----------------------|------------------------|---|
| K _r | 0,30 | coefficiente d'attrito laterale |
| η | 0,99 | fattore di efficienza dei pali in gruppo |
| Q _{rr} | 6,58 kN/m ² | gradiente di portata nominale specifica ottenuto come Rck med/ ζ_3 |
| $\gamma_{rd,ff,comp}$ | 1,15 | coefficiente parziale di resistenza per attrito laterale dei pali trivellati a compressione |
| $\gamma_{rd,ff,traz}$ | 1,25 | coefficiente parziale di resistenza per attrito laterale dei pali trivellati a trazione |
| $n_{rr,comp}$ | 5,72 kN/m ² | gradiente di portata resistente specifica a compressione |
| $n_{rr,traz}$ | 5,26 kN/m ² | gradiente di portata resistente specifica a trazione |

contributo della resistenza alla punta

| | | |
|-----------------|--------------------------|--|
| N _q | 80,00 | coefficiente di resistenza per carico applicato (Berezantev, 1961) |
| η | 0,99 | fattore di efficienza dei pali in gruppo |
| q _p | 264,39 kN/m ² | portata nominale specifica ottenuto come Rck med/ ζ_3 |
| $\gamma_{rd,p}$ | 1,35 | coefficiente parziale di resistenza alla base dei pali trivellati |
| n _p | 195,84 kN/m | portata resistente specifica |

progetto della lunghezza del palo

| | trazione | compress | |
|-----------------|----------|----------|-------------------|
| N _{ed} | 164,00 | 1130,00 | kN |
| a | 5,26 | 5,72 | kN/m ² |
| b | 9,19 | 186,65 | kN/m |
| c | -164,00 | -1130,00 | kN |
| L | 4,78 | 5,22 | m |

verifica

L m

| | trazione | compress | |
|--------------------|----------|----------|----|
| N _{Ed} | 164,00 | 1130,00 | kN |
| W _p | 55,13 | -55,13 | kN |
| Q _{rd,ff} | 189,46 | 205,93 | kN |
| Q _{rd,p} | 0,00 | 1175,04 | kN |
| N _{Rd} | 244,59 | 1325,84 | kN |
| esito | OK | OK | |

dal P.C. la vasca di disconnessione affonda a quota -4,10 m, considerando 20 cm di magrone e relativo acciottolato di circa 10 cm la profondità di posa delle fondazioni sarà di -4,30 m. Pertanto, dalla stratigrafia geologica il banco resistente, cautelativamente, è quello degli scisti biotici. Se lo spessore del terreno indagato (supposto non indicativo per i pali) è pari a 7 m, la lunghezza effettiva dei pali sarà: 7,00-4,30 = 2,70 m quindi la lunghezza totale del palo sarà pari a 2,70+5,22 = 7,92 m ovvero, in cifra tonda 8 metri