

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

CONSORZIO:



SOCI:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



## PROGETTO ESECUTIVO

### ITINERARIO NAPOLI - BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE - HIRPINIA

SE00 - SOTTOSTAZIONI ELETTRICHE

SE02 - SSE HIRPINIA

ELABORATI A CARATTERE GENERALE SSE HIRPINIA

Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA

APPALTATORE Consorzio HIRPINIA AV Il Direttore Tecnico Ing. Vincenzo Moriello 21/02/2020	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE Il Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche Ing. G. Cassani	 Ing. R. Zanon
--	---	-------------------

COMMESSA   LOTTO   FASE   ENTE   TIPO DOC.   OPERA/DISCIPLINA   PROGR.   REV.   SCALA:

IF28	01	E	ZZ	CL	SE0200	008	A	-
------	----	---	----	----	--------	-----	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione per consegna	B. Borghi	21/02/2020	L. Ongaro	21/02/2020	T. Finocchietti	21/02/2020	Ing. R. Zanon

21/02/2020

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>SE0200 008</b>	<b>REV.</b> <b>A</b>	<b>FOGLIO</b> <b>2 di 32</b>

## Indice

<b>1</b>	<b>GENERALITÀ .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVA.....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>MATERIALI.....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>NATURA DEL TERRENO.....</b>	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>METODOLOGIA DI CALCOLO .....</b>	<b>7</b>
<b>6</b>	<b>DEFINIZIONE DEI CARICHI.....</b>	<b>10</b>
6.1	<b>PESI PROPRI.....</b>	<b>10</b>
6.2	<b>NEVE .....</b>	<b>10</b>
6.3	<b>PESO DEL GHIACCIO.....</b>	<b>10</b>
6.4	<b>AZIONE DEL VENTO.....</b>	<b>10</b>
6.5	<b>CARICO DURANTE IL MONTAGGIO .....</b>	<b>11</b>
6.6	<b>AZIONE SISMICA .....</b>	<b>11</b>
6.7	<b>CONDIZIONE DI CARICO DA CORTO CIRCUITO.....</b>	<b>16</b>
<b>7</b>	<b>FONDAZIONE PER INTERRUTTORE CON TA.....</b>	<b>17</b>
7.1	<b>CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA.....</b>	<b>17</b>
7.2	<b>CARICHI AGENTI E DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI DELLA SOLLECITAZIONE .....</b>	<b>18</b>
7.2.1	<b>AZIONE DEL VENTO .....</b>	<b>18</b>
7.2.2	<b>CORTO CIRCUITO .....</b>	<b>20</b>
7.2.3	<b>AZIONE SISMICA.....</b>	<b>21</b>
7.3	<b>COMBINAZIONE DI CARICO AGLI STATI LIMITE ULTIMI SLU .....</b>	<b>22</b>
7.4	<b>COMBINAZIONE DI CARICO SISMICA.....</b>	<b>22</b>
7.5	<b>COMBINAZIONE DI CARICO DA CORTO CIRCUITO .....</b>	<b>23</b>
7.6	<b>VERIFICA DELLA FONDAZIONE .....</b>	<b>23</b>
7.6.1	<b>VERIFICHE SLU DI TIPO GEOTECNICO.....</b>	<b>23</b>
7.6.2	<b>VERIFICHE SLU DI TIPO STRUTTURALE.....</b>	<b>29</b>
7.7	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>32</b>

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>SE0200 008</b>	<b>REV.</b> <b>A</b>	<b>FOGLIO</b> <b>3 di 32</b>

## 1 GENERALITÀ

Lo scopo del presente documento è la verifica della seguente opera:

- fondazione per interruttore + TA

che sarà realizzata nella Sottostazione Elettrica RFI sita nel comune di Grottaminarda (AV), alimentata in Alta Tensione a 150kV, nell'ambito degli interventi per la realizzazione della nuova linea ferroviari Apice-Hirpinia.

La fondazione è dimensionata considerando i massimi valori dei parametri della sollecitazione alla base della carpenteria di sostegno dell'apparecchiatura, che sono impiegati come massime azioni esterne sulla struttura di fondazione oggetto di esame.

La verifica della struttura è condotta con il metodo semiprobabilistico agli stati limite, in ottemperanza alle norme vigenti, in due ipotesi di carico, normale ed eccezionale.

Le unità di misura impiegate nella presente relazione sono:

- forza      daN
- massa    kg
- lunghezza      m (per alcune lunghezze cm, mm)

Il sistema di riferimento cartesiano 0xy considerato è tale che la direzione delle ascisse xx è parallela all'asse della sbarra.

Per l'analisi di tutti i particolari strutturali e l'esatta disposizione degli elementi si rimanda agli allegati grafici che integrano la presente relazione.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>SE0200 008</b>	<b>REV.</b> <b>A</b>	<b>FOGLIO</b> <b>4 di 32</b>

## 2 NORMATIVA

Nell'eseguire le verifiche che costituiscono l'opera di cui alla presente relazione, si è fatto riferimento alla seguente normativa tecnica:

- [1] Circolare Ministero Infrastrutture e Trasporti 2 febbraio 2009, n.617  
*"Applicazione Norme Tecniche per le Costruzioni"*.
- [2] D. M. 14/01/2008  
*"Nuove Norme tecniche per le costruzioni"*.
- [3] Ordinanza 3274 20 Marzo 2003  
*"Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"*.
- [4] Legge 5 Novembre 1971 n°1086  
*"Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale precompresso ed a struttura metallica"*.
- [5] D.M. 11 marzo 1988  
*"Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione"*.
- [6] Circolare 24 settembre 1988, n°30483  
*"Norme tecniche per terreni e fondazioni: istruzioni applicative"*.
- [7] CEI EN 61936-1 (2011-07)  
*"Impianti elettrici con tensioni superiori a 1kV in corrente alternata"*.
- [8] CEI 11-4 (1998)  
*"Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne"*.
- [9] CEI 11-26 (1998)  
*"Correnti di corto circuito. Calcolo degli effetti. Parte prima: definizioni e metodi di calcolo"*.
- [10] UNI ENV 1993-1-1 Eurocodice 3.  
*"Progettazione delle strutture di acciaio. Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici"*
- [11] UNI ENV 1992-1-1 Eurocodice 2.  
*"Progettazione delle strutture di calcestruzzo. Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici"*

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>SE0200 008</b>	<b>REV.</b> <b>A</b>	<b>FOGLIO</b> <b>5 di 32</b>

### 3 MATERIALI

Caratteristiche dei materiali utilizzati nella costruzione.

#### Calcestruzzo per fondazioni e struttura

Rck 30:  $f_{ck} = 24,9$  MPa                      Resistenza cilindrica caratteristica del cls a 28 giorni  
 $\alpha_{cc} = 0,85$                       Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata  
 $\gamma_c = 1,5$                       Coeff. parziale di sicurezza relativo al cls  
 $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 14,11$  MPa                      Resistenza cilindrica di calcolo  
 $E_c = 31447$  MPa                      Modulo elastico  
 $\gamma_{cls} = 2400$  daN/m<sup>3</sup>                      Peso specifico

#### Acciaio per armature e tirafondi

B 450 C  $f_{yk} = 450$  N/ mm<sup>2</sup> Resistenza caratteristica a snervamento  
 $\gamma_s = 1,15$                       Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio  
 $f_{yd} = 11,8$  MPa                      Resistenza di calcolo  
 $E_s = 206000$  N/mm<sup>2</sup>                      Modulo elastico

#### Acciaio per carpenteria metallica tipo S 355 JR

S 355 JR:                       $f_{yk} = 355$  N/ mm<sup>2</sup> Resistenza caratteristica a snervamento  
 $f_{tk} = 510$  N/ mm<sup>2</sup>                      Resistenza caratteristica di rottura  
 $\gamma_s = 1,05$                       Coeff. Parziale resist.  
 $E_s = 206000$  N/mm<sup>2</sup>                      Modulo elastico  
 $\rho = 7850$  daN/m<sup>3</sup>                      Densità

#### Bulloneria classe 6.8

Classe 6.8                       $f_t = 600$  N/ mm<sup>2</sup>                      Resistenza caratteristica a rottura  
 $f_y = 510$  N/ mm<sup>2</sup>                      Resistenza caratteristica di snervamento

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0200 008	REV. A	FOGLIO 6 di 32

## 4 NATURA DEL TERRENO

La caratterizzazione geotecnica del terreno di fondazione si deduce dallo studio geologico elaborato...

Di seguito si riporta la stratigrafia considerata per il dimensionamento delle fondazioni del piazzale di SSE.

	Spessore (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Cu (kPa)	$\phi^\circ$	c' (kPa)
Rilevato +scotoco e bonifica	(vedasi sezione)	19	-	35	0
Strato 1	4m - 1m di scotico= 3	18	100	22	20
Strato 2	2	18	-	32	0
Strato 3	1	18	-	35	0
Strato 4a	12	19	200	20	20
Strato 4b	-	19	350	20	20

Falda a 4 m dal p.c. (a partire da sopra lo scotico)

Fig. 1: Sintesi delle stratigrafie e dei parametri del terreno in corrispondenza del piazzale di SSE.

Con riferimento al D.M. 14 gennaio 2008, i terreni presenti nell'area sono ascrivibili alla categoria **C**, che in generale comprende:

**C** – Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati, o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_s$  30 compresi tra 180 e 360 m/s (ovvero resistenza penetrometrica  $15 < N_{SPT} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < c_u < 250$  KPa nei terreni a grana fina). (Nella definizione  $V_s$  30 è la velocità media di propagazione entro 30 metri di profondità delle onde di taglio).

Con riferimento alla Tabella 3.2.IV del D.M. 14 gennaio 2008, l'assetto topografico del terreno in studio rientra nella categoria:

**T1**: superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ .

Per una più precisa analisi del terreno si rimanda alla relazione geotecnica sopracitata.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>SE0200 008</b>	<b>REV.</b> <b>A</b>	<b>FOGLIO</b> <b>7 di 32</b>

## 5 METODOLOGIA DI CALCOLO

Le attività di verifica strutturale della carpenteria e della fondazione vengono condotte seguendo le indicazioni del D.M. 14 gennaio 2008, in particolare per quanto concerne:

- il criterio dello stato limite ultimo;
- le azioni sismiche;
- la metodologia dell'analisi statica equivalente;
- i criteri di combinazione con le concomitanti azioni non sismiche.

In ottemperanza alle norme vigenti, si devono considerare due ipotesi di carico, normale ed eccezionale. In ciascuno di questi casi devono essere analizzate diverse combinazioni, la più sfavorevole delle quali fornisce i parametri della sollecitazione sulla struttura di sostegno e sulla fondazione per determinare la resistenza meccanica delle strutture.

Data la variabilità delle caratteristiche dinamiche delle apparecchiature, per ogni coppia "apparecchiatura/carpenteria" vengono normalmente considerati casi differenti, ai quali corrispondono sets di caratteristiche ponderali e geometriche dell'apparecchiatura, a parità di carpenteria.

### 1. Determinazione delle combinazioni di carico e dei parametri della sollecitazione agenti alla base del sostegno

Nell'ipotesi di carico normale, le azioni di carico agenti sono le seguenti:

- Peso proprio;
- Tiro;
- Carichi durante il montaggio (secondo CEI, si deve tener conto di un carico durante il montaggio almeno pari a 1,0kN nel punto più critico della struttura di supporto)
- Spinta del vento;
- Peso del ghiaccio;

Nell'ipotesi di carico eccezionale, il peso proprio e il tiro agiscono simultaneamente e si devono considerare insieme al maggiore dei seguenti carichi occasionali:

- Carichi derivanti dalle manovre;
- Condizione di carico da corto circuito (secondo CEI 11-26, si considera una corrente di corto circuito trifase pari a 31,5 kA).
- Perdita del tiro esercitato dal conduttore.
- Azione sismica.

Tali azioni, in accordo a quanto previsto dal paragrafo 2.5.3 del D.M. 14 gennaio 2008, sono state combinate tra loro come riportato nella Tabella 6.1, in cui i coefficienti di combinazione sono stati ottenuti definendo le azioni permanenti, eccezionali e quelle variabili e, tra queste ultime, distinguendo le dominanti dalle secondarie.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0200 008	REV. A	FOGLIO 8 di 32

L'azione sismica e i carichi da corto circuito sono azioni eccezionali e per tale motivo non si considerano agenti simultaneamente.

Il carico durante il montaggio non si considera agente simultaneamente alle azioni eccezionali di corto circuito.

Ogni combinazione considerata (SLU, SLE, Sismica, Corto circuito) fornisce i parametri della sollecitazione agenti sulla struttura in elevazione.

Tabella 5.1: Coefficienti combinazione delle azioni.

	Combinazione di carico	G1	G2	Qk,i	Qk,i	Qk,i	Qk,i	Qk,i	E	E	E	A
		Peso proprio	Tiri conduttori	Montaggio	Vento X	Vento y	Ghiaccio	Neve	Sisma X	Sisma Y	Sisma Z	Corto circuito
NORMALE	SLU_1	1,3	1,5	1,5	0,9	0,9	0,75	0,75	0	0	0	0
	SLU_2	1,3	1,5	1,5	1,5	0,9	0,75	0,75	0	0	0	0
	SLU_3	1,3	1,5	1,5	0,9	1,5	0,75	0,75	0	0	0	0
	SLU_4	1,3	1,5	1,5	0,9	0,9	1,5	1,5	0	0	0	0
	SLU_5	1,3	1,5	1,5	0,9	0,9	0,75	1,5	0	0	0	0
NORMALE	SLE freq_1	1	1	1,5	0,2	0	0	0	0	0	0	0
	SLE freq_2	1	1	1,5	0	0,2	0	0	0	0	0	0
	SLE freq_3	1	1	1,5	0	0	0,2	0,2	0	0	0	0
	SLE freq_4	1	1	1,5	0	0	0	0,2	0	0	0	0
Sismica	Sismica_1	1	1	1,5	0	0	0	0	1	0,3	0,3	0
	Sismica_2	1	1	1,5	0	0	0	0	0,3	1	0,3	0
	Sismica_3	1	1	1,5	0	0	0	0	0,3	0,3	1	0
ECCEZ.	Eccezionale CC	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Coefficienti di combinazione delle azioni												

## 2. Verifica della fondazione

Per ogni combinazioni di carico considerata, si svolgono le verifiche della fondazione, di tipo geotecnico e strutturale, agli stati limite ultimi secondo le NTC.

Per il calcolo delle sollecitazioni si sono adottate le ipotesi di materiali linearmente elastici. Le analisi sono svolte nelle ipotesi di piccoli spostamenti e piccole deformazioni impiegando i criteri della Scienza e della Tecnica delle Costruzioni.

Le verifiche allo stato limite ultimo condotte sulla struttura di fondazione in c.a. sono di due tipi, secondo la vigente normativa:

- SLU di tipo geotecnico
  - Ribaltamento della fondazione (EQU)
  - Collasso per raggiungimento del carico limite dell'insieme fondazione-terreno (GEO)
  - Scorrimento sul piano di posa (GEO)
- SLU di tipo Strutturale (STR):
  - raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

La verifica di stabilità globale deve essere effettuata, analogamente a quanto previsto nel § 6.4.2.1 delle NTC 2008, secondo la Combinazione 2 (A2+M2+R2) dell'Approccio 1, tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 6.2.II per le azioni e i parametri geotecnici e nella Tab. 6.8.I per le resistenze globali.

Le rimanenti verifiche devono essere effettuate, , tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.4.I., seguendo almeno uno dei due approcci:

- Approccio 1



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0200 008	REV. A	FOGLIO 9 di 32

- - Combinazione 1 (A1+M1+R1)
- - Combinazione 2 (A2+M2+R2)
- Approccio 2
  - Combinazione 1 (A1+M1+R3)

Nelle verifiche effettuate con l'approccio 2 finalizzate al dimensionamento strutturale (STR), il coefficiente  $\gamma_R$  non deve essere portato in conto.

La lettera A indica i coefficienti da applicare alle sollecitazioni, M i coefficienti da applicare ai parametri geotecnici del terreno e R i coefficienti da applicare per le resistenze globali.

Tab. 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti $G_1$	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(0)}$	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	$\gamma_{Q1}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_\varphi$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_c$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	$\gamma_\gamma$	1,0	1,0

Tab. 6.4.I – Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali

Verifica	Coefficiente parziale
	(R3)
Carico limite	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$

Tab. 6.8.I - Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo

COEFFICIENTE	R2
$\gamma_R$	1,1

Le verifiche agli stati limite ultimi di tipo strutturale sono svolte sugli elementi principali che costituiscono la fondazione.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0200 008	REV. A	FOGLIO 10 di 32

## 6 DEFINIZIONE DEI CARICHI

### 6.1 Pesì propri

Il peso proprio di sostegni ed apparecchiature è stato tratto dai documenti forniti dal committente e da dati tecnici del produttore dell'apparecchiatura.

### 6.2 Neve

Il carico neve è dimensionato secondo NTC 2008.

Zona di carico NEVE	II		
quota s.l.m.	160	m	
$q_{sk}$	100	daN/m <sup>2</sup>	

### 6.3 Peso del ghiaccio

Nelle regioni dove si possono verificare formazioni di ghiaccio si deve tenere conto del relativo carico sui conduttori flessibili, sulle sbarre e sui conduttori rigidi (CEI EN 61936-1). Si assume densità del ghiaccio pari a 900kg/m<sup>3</sup> e spessore manicotto di ghiaccio di 10 mm.

### 6.4 Azione del vento

La pressione del vento  $p$  si ottiene dall'espressione:  $p=q_{ref} \cdot c_e \cdot c_p \cdot A_v$

con:  $c_e$  = coeff. di esposizione

$c_p$  = coeff. di forma pari a: 0,7 se riferito a superfici cilindriche  
1 se riferito a superfici piane

Tabella 6.1: Determinazione pressione del vento.

Comune GROTAMINARDA (AV)		$a_s=350-400$ m s.l.m.		
ZONA	Descrizione	$v_{b,0}$ (m/s)	$a_0$ (m)	$k_a$ (1/s)
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)	27	500	0,37

#### SUPERFICI CILINDRICHE

Rugosità	D	
Cat. Espos.	II	
$v_r$	27,00	m/s
$q_r$	455,63	N/m <sup>2</sup>
$k_r$	0,19	
$z_0$	0,05	m
$z_{min}$	4	m
$c_t$	1	

#### SUPERFICI PIANE

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0200 008	REV. A	FOGLIO 11 di 32

Rugosità	D	
Cat. Espos.	II	
v <sub>r</sub>	27,00	m/s
q <sub>r</sub>	455,63	N/m <sup>2</sup>
k <sub>r</sub>	0,19	
z <sub>0</sub>	0,05	m
z <sub>min</sub>	4	m
ct	1	

## 6.5 Carico durante il montaggio

Il carico durante il montaggio almeno pari a 1,0kN nel punto più critico della struttura di supporto.

## 6.6 Azione sismica

Il calcolo dell'azione sismica è svolto per lo Stato limite ultimo di salvaguardia della Vita (SLV).

Per l'azione sismica sono stati considerati gli spettri di risposta elastici in accelerazione delle componenti orizzontali e verticali riferiti al comune di Grottaminarda (AV).

Tramite il fattore di struttura  $q$ , relativo alla singola struttura in esame, si otterranno i valori dello spettro di progetto. Il fattore di struttura  $q$  sarà determinato secondo le NTC e, nel caso di struttura con comportamento non dissipativa, a mensola o pendolo inverso, si assume valore pari a 1,50 per la componente orizzontale. Lo stesso valore di  $q$  si assume per la componente verticale.

Nell'analisi statica lineare, il periodo del primo modo di vibrare della struttura  $T_1$  è ricavato dalla seguente formula:  
 $T_1 = C_1 \cdot H^{3/4}$

I parametri sismici che caratterizzano l'area dove sorge la struttura sono:

$a_g$  Accelerazione orizzontale massima al sito

$F_0$  Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale

$T_c$  periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione

Poiché l'azione sismica è una forza inerziale, si riporta il calcolo delle componenti orizzontale e verticale dell'azione sismica per ogni apparecchiatura presa in esame.

Tabella 6.2: Determinazione parametri azione sismica.

Calcolo AZIONE SISMICA		Zona	1	SLV
Tipo costruzione	3		COSTRUZIONI CON LIVELLI DI PRESTAZIONE ELEVATI	
V <sub>N</sub>	100	anni	Vita nominale	
Classe d'uso	IV			
C <sub>u</sub>	2		Coefficiente d'uso	
V <sub>R</sub>	200	anni	Periodo di riferimento: Se V <sub>r</sub> è minore di 35 anni si pone V <sub>r</sub> =35	
P V <sub>R</sub> (SLV)	10%		Probabilità di superamento nel periodo di riferimento considerato	
TR	1898	anni	Tempo di ritorno	

PARAMETRI DI PERICOLOSITA' SISMICA – apparecchiature e.m. AT					
STATO LIMITE		Tr [anni]	ag [g]	F0	T*c [sec]
Operatività	SLO	120	0,134	2,315	0,334
Danno	SLD	201	0,175	2,304	0,347

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio      Soci <b>HIRPINIA AV      SALINI IMPREGIO S.P.A.    ASTALDI S.P.A</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b>							
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA		COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>SE0200 008</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>12 di 32</b>

<b>Salvaguardia vita</b>	<b>SLV</b>	1898	0,473	2,341	0,425
<b>Prevenzione collasso</b>	<b>SLC</b>	2475	0,523	2,365	0,431

### Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite

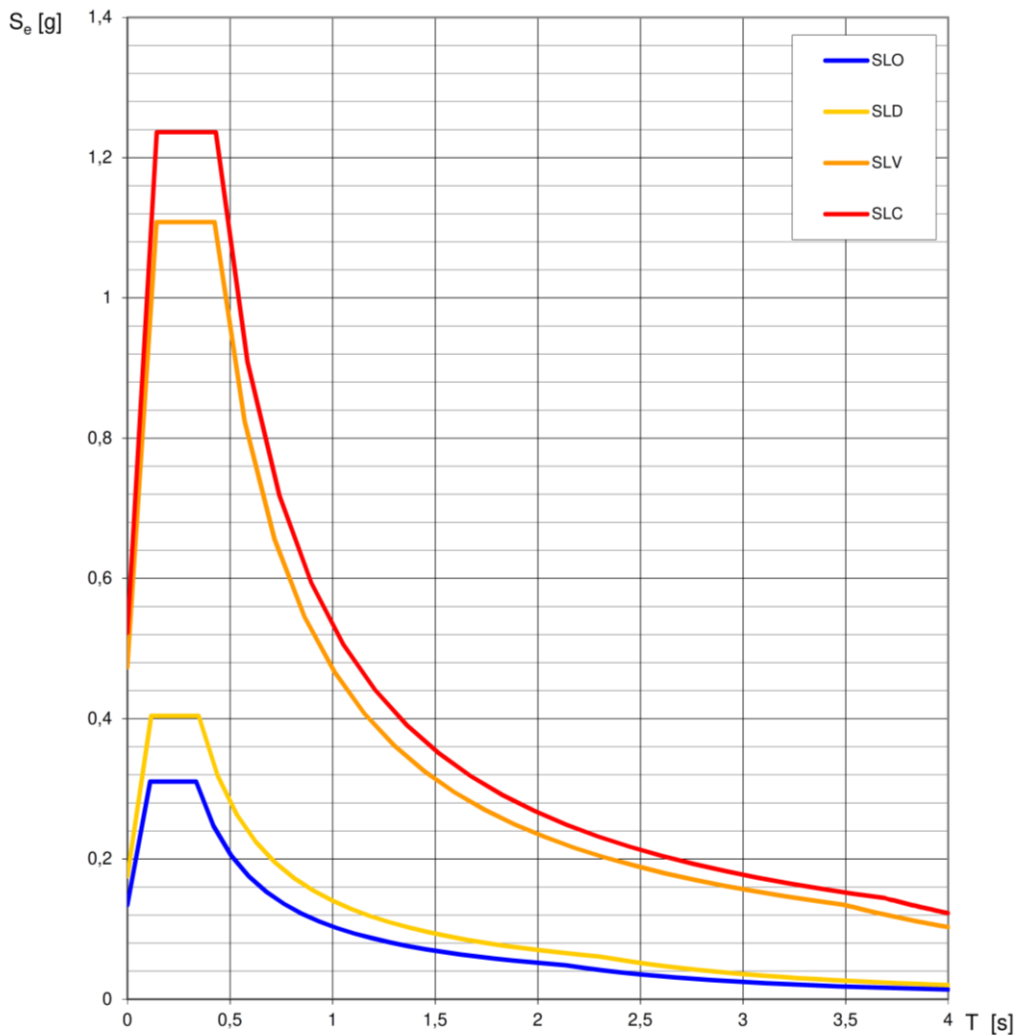


Fig. 2: Spettri di risposta elastici per i diversi stati limite, comune di GROTAMINARDA (AV) - Apparecchiature elettromeccaniche impianto AT presso SSE di HIRPINIA.

Infine, definendo il fattore di struttura  $q$  e la categoria di sottosuolo (tipo **C** nel caso in esame), si determinano gli spettri di risposta per le componenti orizzontale e verticale dell'azione sismica, per lo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV).

- Categoria sottosuolo: C
- Categoria topografica: T1

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                  Soci <b>HIRPINIA AV                  SALINI IMPREGIO S.P.A.    ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                  Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>SE0200 008</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>13 di 32</b>

- Stato limite considerato: SLV
- $q$  per la componente orizzontale = 1,5 (struttura a mensola o pendolo inverso, per strutture non dissipative)
- $q$  per la componente verticale = 1,5 (struttura a mensola o pendolo inverso)

Si riportano di seguito gli spettri di progetto così definiti:

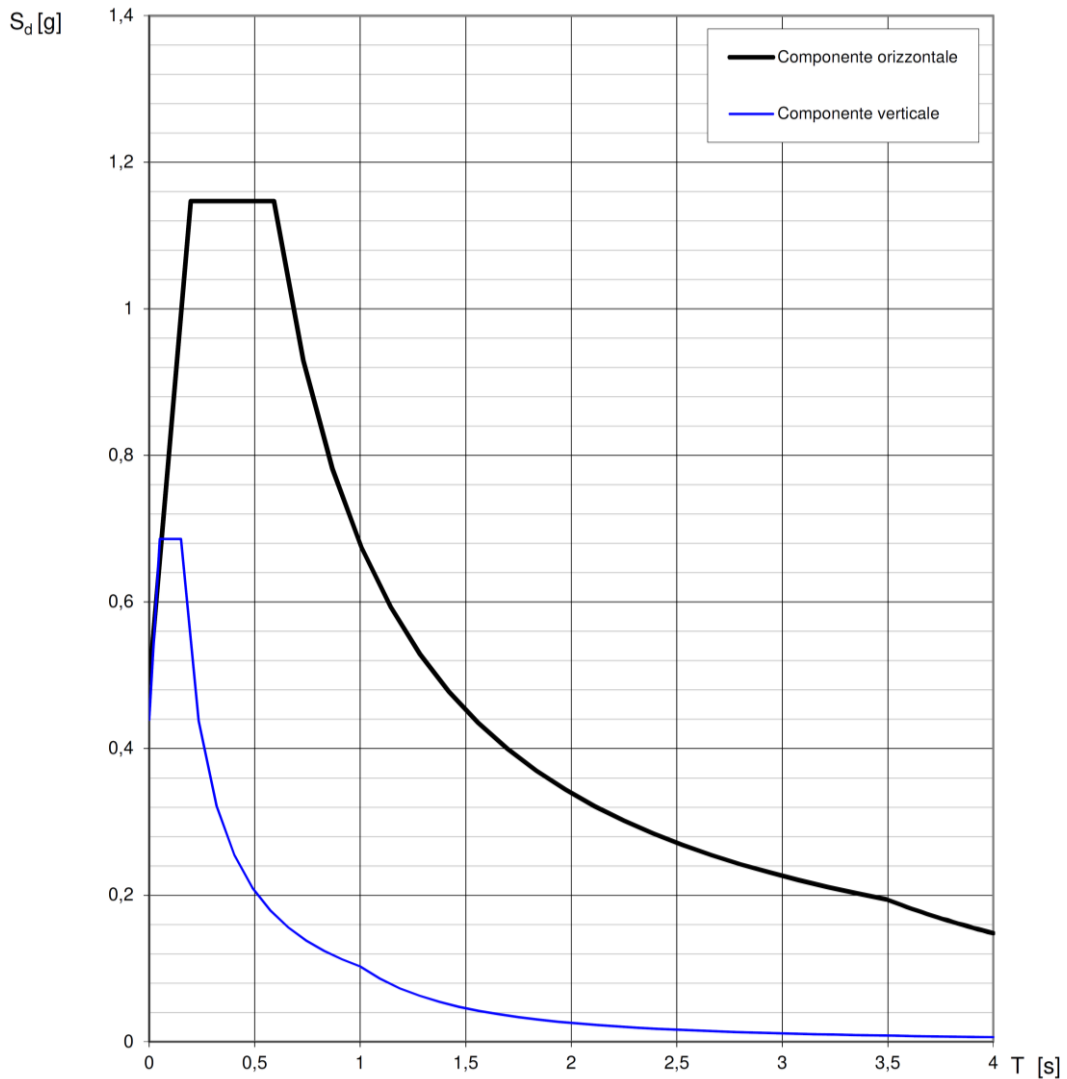
**Periodo di ritorno: 1898**

**$a_g = 0,473 \text{ g}$**

**Accelerazione spettrale orizzontale = 1,147 g (accelerazione al plateau)**

**Accelerazione spettrale verticale = 0,44 g (massima accelerazione al piede a periodo nullo).**

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



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0200 008	REV. A	FOGLIO 14 di 32

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

### Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0,473 g
$F_o$	2,341
$T_C^*$	0,425 s
$S_S$	1,035
$C_C$	1,393
$S_T$	1,000
$q$	1,000

### Parametri dipendenti

$S$	1,035
$\eta$	1,000
$T_B$	0,197 s
$T_C$	0,592 s
$T_D$	3,493 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  $\eta$  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	0,490
$T_B \leftarrow$	0,197	1,147
$T_C \leftarrow$	0,592	1,147
	0,730	0,930
	0,868	0,782
	1,006	0,674
	1,144	0,593
	1,282	0,529
	1,421	0,478
	1,559	0,435
	1,697	0,400
	1,835	0,370
	1,973	0,344
	2,112	0,321
	2,250	0,302
	2,388	0,284
	2,526	0,269
	2,664	0,255
	2,802	0,242
	2,941	0,231
	3,079	0,220
	3,217	0,211
	3,355	0,202
$T_D \leftarrow$	3,493	0,194
	3,517	0,192
	3,542	0,189
	3,566	0,186
	3,590	0,184
	3,614	0,182
	3,638	0,179
	3,662	0,177
	3,686	0,174
	3,710	0,172
	3,735	0,170
	3,759	0,168
	3,783	0,166
	3,807	0,164
	3,831	0,162
	3,855	0,159
	3,879	0,158
	3,903	0,156
	3,928	0,154
	3,952	0,152
	3,976	0,150
	4,000	0,148

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0200 008	REV. A	FOGLIO 15 di 32

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

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_{gv}$	0,440 g
$S_S$	1,000
$S_T$	1,000
$q$	1,500
$T_B$	0,050 s
$T_C$	0,150 s
$T_D$	1,000 s

**Parametri dipendenti**

$F_v$	2,174
$S$	1,000
$\eta$	0,667

**Espressioni dei parametri dipendenti**

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

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left( \frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

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

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

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

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

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

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,440
$T_B$ ←	0,050	0,686
$T_C$ ←	0,150	0,686
	0,235	0,438
	0,320	0,322
	0,405	0,254
	0,490	0,210
	0,575	0,179
	0,660	0,156
	0,745	0,138
	0,830	0,124
	0,915	0,112
$T_D$ ←	1,000	0,103
	1,094	0,086
	1,188	0,073
	1,281	0,063
	1,375	0,054
	1,469	0,048
	1,563	0,042
	1,656	0,038
	1,750	0,034
	1,844	0,030
	1,938	0,027
	2,031	0,025
	2,125	0,023
	2,219	0,021
	2,313	0,019
	2,406	0,018
	2,500	0,016
	2,594	0,015
	2,688	0,014
	2,781	0,013
	2,875	0,012
	2,969	0,012
	3,063	0,011
	3,156	0,010
	3,250	0,010
	3,344	0,009
	3,438	0,009
	3,531	0,008
	3,625	0,008
	3,719	0,007
	3,813	0,007
	3,906	0,007
	4,000	0,006

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF28</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">E ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">SE0200 008</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">16 di 32</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	SE0200 008	A	16 di 32
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ CL	SE0200 008	A	16 di 32													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA</b>																		

La componente verticale del sisma sarà trascurata.

## 6.7 Condizione di carico da corto circuito

La condizione di corto circuito è considerata eccezionale. I valori di corto circuito per l'apparecchiatura sono stati determinati secondo normativa vigente.

Il corto circuito non viene considerato contestualmente al sisma, anche se potrebbe essere causato da quest'ultimo. Trattasi, in questa interpretazione, di due eventi eccezionali la cui probabilità combinata di accadimento può essere considerata scarsa.



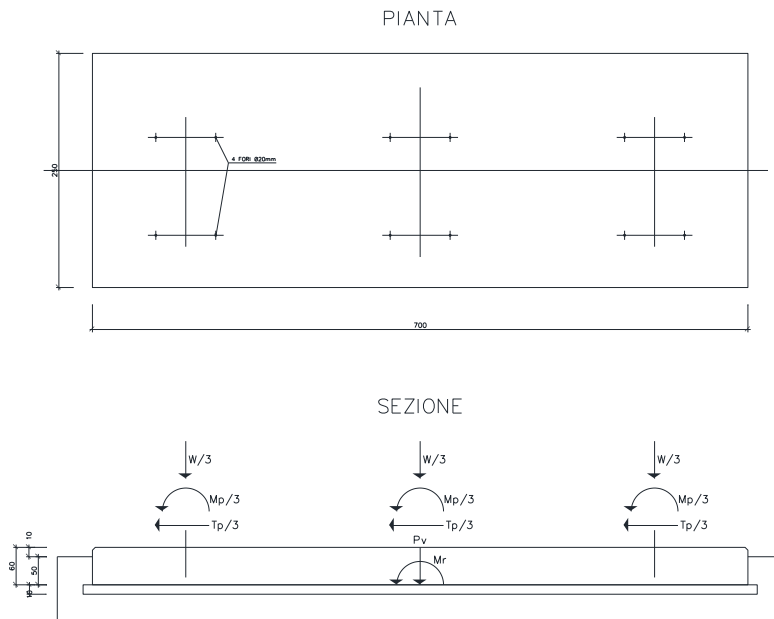
<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGIO S.P.A.    ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>SE0200 008</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>17 di 32</b>

## 7 FONDAZIONE PER INTERRUTTORE CON TA

### 7.1 Caratteristiche della struttura

Trattasi di fondazione costituita da una platea in c.c.a. di spessore 60cm di dimensioni in pianta di 7,00x2,50m; la profondità del piano di posa è di 0,50m. Sulla platea sono ancorate le strutture di supporto apparecchiature mediante ancoraggi chimici.

Si precisa che per il dimensionamento della presente fondazione si è ipotizzato che le apparecchiature siano installate su un telaio metallico ancorato alla fondazione in tre punti, come riportato nello schema di seguito riportato.



Si riportano di seguito le principali caratteristiche considerate.

DATI GENERALI	
<b>Sostegno</b>	
Peso [daN]	630,00
Altezza [m]	2,675
Baricentro [m]	1,3375
Diametro [m]	0,220
h vento [m]	1,3375
Sup. esposta al vento [m <sup>2</sup> ]	0,589
H sez trasverso [m]	0,2
Lunghezza trasverso HE	5,089

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0200 008	REV. A	FOGLIO 18 di 32

<b>Apparecchiatura</b>	
Peso [daN]	3200
Altezza [m]	2,919
Baricentro [m]	1,4595
Sezione [m]	0,3
H vento (m)	4,1345
Diametro testa [m]	0,28
altezza attacco dx	5,963
Sup. esposta al vento [m^2]	0,876
Altezza attacco sx	4,6
Altezza applicazione tiro [m]	5,594
Altezza applicazione montaggio [m]	2,675
<b>Collegamento elettrico</b>	
	rigido
Lunghezza campata [m]	4+5
diametro conduttore [m]	0,040
altezza	4,00
peso [daN/m]	0,735

## 7.2 Carichi agenti e determinazione dei parametri della sollecitazione

Di seguito sono riportati i carichi sopra descritti che sono stati applicati al modello di calcolo ad elementi finiti della struttura di sostegno dell'apparecchiatura tramite il software Mastesap 2019.

Nel modello di calcolo, i carichi sono applicati come forze concentrate nei punti coincidenti con il baricentro degli elementi. Per maggiori dettagli si rimanda alle seguenti tabelle.

### 7.2.1 AZIONE DEL VENTO

Si riporta la determinazione della forza vento applicata al modello di calcolo, spirante in direzione x e y.

La forza vento sull'apparecchiatura viene calcolata come forza applicata al baricentro dell'apparecchiatura e riportata alla sommità del sostegno insieme al suo momento di trasporto. La forza vento sulla struttura di sostegno viene considerata anch'essa come applicata al baricentro dell'elemento.

INTERRUTTORE TRIPOLARE + TA

Carichi derivanti da azione del vento				Y		X	
				Asse Sbarra			
pressione vento su sup. cilindriche	p sup. cil.	64,97	daN/m <sup>2</sup>				
pressione vento su sup. piane	p sup. piane	92,82	daN/m <sup>2</sup>				
<b>Forza vento xx</b>							
Superficie esposta al vento	app	yy	0,88	m <sup>2</sup> /m	Superficie yy_vento in dir XX	apparecch.	
	traverso	yy	1,0178	m <sup>2</sup> /m	Superficie yy_vento in dir XX	singolo traverso	
	colonna	yy	0,59	m <sup>2</sup> /m	Superficie yy_vento in dir XX	singola colonna	
Fvx, app	1	56,90	daN		zG,app=	4,13	m
Fvx, trav	1	94,47	daN		zG,trav=	2,78	m
Fvx, col	1	54,62	daN		zG,col=	1,34	m

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0200 008	REV. A	FOGLIO 19 di 32

My,trasporto	1	83,04	daN m		
<b>Forza vento yy</b>					
Superficie esposta al vento app. xx		0,88	m <sup>2</sup> /m	Superficie xx_vento in dir YY	apparecch.
traverso xx		0	m <sup>2</sup> /m	Superficie xx_vento in dir YY	singolo traverso
colonna xx		0,59	m <sup>2</sup> /m	Superficie xx_vento in dir YY	singola colonna
conduttore xx		0,04	m <sup>2</sup> /m		
Fvy, app	1	56,90	daN		
Fvy, trav	1	0,00	daN		
Fvy, col	1	38,24	daN		
Fvy, cond rigido DX	1	5,20	daN		
Fvy, cond rigido SX	1	6,50	daN		
Mx,trasporto vento su app.	1	90,63	daN m		
Mx,trasporto vento su cond. DX	1	31	daN m		
Mx,trasporto vento su cond. SX	1	29	daN m		
Peso conduttore rigido		-6,68	daN	p lineae sb. alluminio d=0,04m [daNm]	0,735
Peso manicotto di ghiaccio 10mm		-6,36	daN	p lineare manicotto 10mm [daN/m]	1,412
Area esposta al vento conduttore rigido		0,04	m <sup>2</sup> /m	densità ghiaccio 900 kg/m3	
Lunghezza conduttore binato DX		4	m		
Lunghezza conduttore binato SX		5	m		
Area esposta al vento conduttore rigido con ghiaccio		0,06	m <sup>2</sup> /m		

zG,app=	4,13	m
zG,trav=	2,78	m
zG,col=	1,34	m

Tali carichi sono stati combinati secondo quanto riportato al capitolo 6 e in tabella 6.1, di cui si riporta un estratto, al fine di determinare i parametri della sollecitazione con cui eseguire le verifiche previste. Si precisa che il carico di montaggio è stato applicato ai nodi in cui l'apparecchiatura viene ancorata alla struttura di sostegno. Per le caratteristiche dell'impianto, il valore del tiro è nullo.

	Combinazione di carico	G1	G2	Qk,i	Qk,i	Qk,i	Qk,i	Qk,i
		Peso proprio	Tiri conduttori	Montaggio X	Montaggio Y	Vento X	Vento y	Ghiaccio
NORMALE	SLU_1	1,3	1,5	1,5	0	1,5	0,9	0,75
	SLU_2	1,3	1,5	0	1,5	1,5	0,9	0,75
	SLU_3	1,3	1,5	1,5	0	0,9	1,5	0,75
	SLU_4	1,3	1,5	0	1,5	0,9	1,5	0,75
	SLU_5	1,3	1,5	1,5	0	0,9	0,9	1,5
	SLU_6	1,3	1,5	0	1,5	0,9	0,9	1,5
NORMALE	SLE freq_1	1	1	1,5	0	0,2	0	0
	SLE freq_2	1	1	1,5	0	0	0,2	0
	SLE freq_3	1	1	1,5	0	0	0	0,2
	SLE freq_4	1	1	0	1,5	0,2	0	0
	SLE freq_5	1	1	0	1,5	0	0,2	0
	SLE freq_6	1	1	0	1,5	0	0	0,2

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                  Soci <b>HIRPINIA AV                  SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                  Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>SE0200 008</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>20 di 32</b>

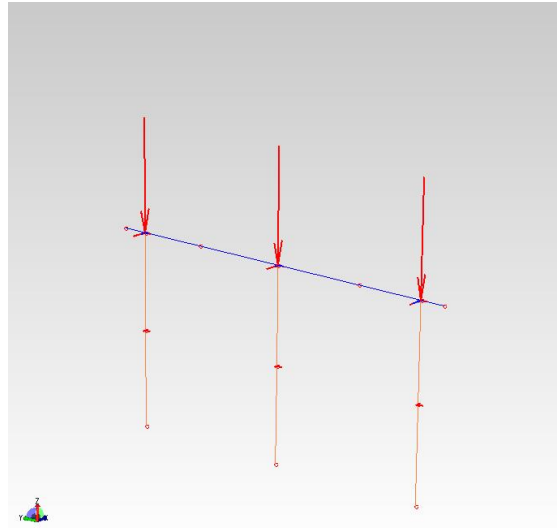
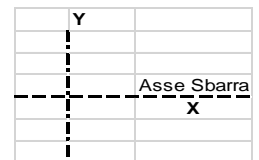


Fig. 7.1. Vista del modello ad elementi finiti con applicazione dei carichi in SLU 3.

## 7.2.2 CORTO CIRCUITO

Il carico da corto circuito è stato applicato nella direzione yy in corrispondenza dei nodi cui è vincolata l'apparecchiatura. La forza vale 100 daN. Sullo stesso punto è stato applicato un momento di trasporto calcolato come il valore della forza da corto circuito per l'altezza dell'apparecchiatura, in quanto il carico da corto circuito si assume applicato in sommità dell'apparecchiatura. Il valore applicato è pari a  $M=100 \text{ daN} \times 2,919 \text{ m}=291,90 \text{ daN m}$ .

INTERRUTTORE TRIPOLARE + TA



Corto circuito			
valore del corto circuito	YY	100	daN applicato all'apparecchiatura
My,trasporto		291,90	daN m applicato al traverso su cui grava l'apparecchiatura

Tali carichi sono stati combinati secondo quanto riportato al capitolo 6 e in tabella 6.1, al fine di determinare i parametri della sollecitazione con cui eseguire le verifiche previste, di cui si riporta un estratto. Per le caratteristiche dell'impianto, il valore del tiro è nullo.

		G1	G2	Qk,i	Qk,i	Qk,i	Qk,i	Qk,i	A
Combinazione di carico		Peso proprio	Tiri conduttori	Montaggio X	Montaggio Y	Vento X	Vento y	Ghiaccio	Corto circuito
ECCEZ.	Eccezionale CC	1	1	0	0	0	0	0	1

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                  Soci <b>HIRPINIA AV                  SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                  Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>SE0200 008</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>21 di 32</b>

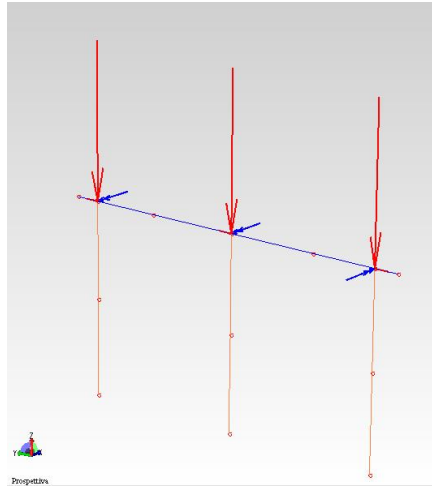


Fig. 7.2. Vista del modello ad elementi finiti con applicazione dei carichi in Corto circuito.

### 7.2.3 AZIONE SISMICA

L'azione sismica si ripartisce sul sistema sostegno+apparecchiatura secondo la relazione:

$$F_i = F_h \cdot z_i \cdot W_i / (\sum_j z_j \cdot W_j)$$

I carichi così ottenuti e applicati al modello sono riportati di seguito.

Con riferimento alla tabella 7.3, e alle caratteristiche del sistema si ha:

INTERRUTTORE TRIPOLARE + TA.

Carichi derivanti da azione sismica						Y		
Forza orizzontale	F <sub>h</sub>	2930,00	daN					
Apparecchiatura	W <sub>app</sub>	3200,00	daN					
	z app	4,13	m					
Sostegno	W <sub>trav+col</sub>	630,00	daN					
	z trav+col	1,34	m					
	$\sum_j z_j W_j$	14073,03	daN m					
<b>Ripartizione azione sismica su elementi principali</b>								
	Apparecchiatura	2755	daN					
	sostegno	175	daN					
M trasporto	2755*2,919/3=		2680	daN m				

Anche in questo caso ai nodi del traverso (n. 6) su cui grava l'apparecchiatura, è stato applicato un momento  $M = 2755 \cdot 2,919 / 3 = 2680$  daN m, calcolato come la forza sismica sull'apparecchiatura applicata al baricentro della stessa. Per le caratteristiche dell'impianto, il valore del tiro è nullo.

Tali carichi sono stati combinati secondo quanto riportato al capitolo 6 e in tabella 6.1, al fine di determinare i parametri della sollecitazione con cui eseguire le verifiche previste.

		G1	G2	Q <sub>k,i</sub>	Q <sub>k,i</sub>	Q <sub>k,i</sub>	Q <sub>k,i</sub>	Q <sub>k,i</sub>	E	E	A
Combinazione di carico		Peso proprio	Tiri conduttori	Montaggio X	Montaggio Y	Vento X	Vento y	Ghiaccio	Sisma X	Sisma Y	Corto circuito
Sismica	Sismica_1	1	1	1,5	0	0	0	0	1	0,3	0
	Sismica_2	1	1	1,5	0	0	0	0	0,3	1	0
	Sismica_3	1	1	0	1,5	0	0	0	1	0,3	0
	Sismica_4	1	1	0	1,5	0	0	0	0,3	1	0

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGIO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>SE0200 008</b>	<b>REV.</b> <b>A</b>	<b>FOGLIO</b> <b>22 di 32</b>

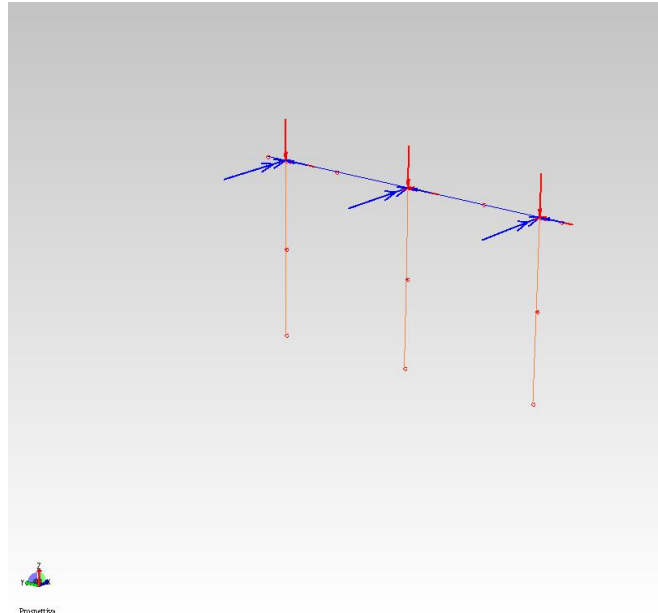


Fig. 7.3. Vista del modello ad elementi finiti con applicazione dei carichi in Sismica 4.

### 7.3 Combinazione di carico agli stati limite ultimi SLU

Parametri della sollecitazione alla base della singola colonna- SLU							
	SLU_1	SLU_2	SLU_3	SLU_4	SLU_5	SLU_6	
Azione assiale	18690	19090	18690	18930	18780	19140	N
Taglio in X	3430	1920	2660	1160	2660	1160	N
Taglio in Y	1150	2600	1810	3210	1150	2600	N
Momento flettente rispetto asse X	1310	3600	2060	4320	1310	3600	N m
Momento flettente rispetto asse y	9630	5610	7390	3370	7390	3370	N m

### 7.4 Combinazione di carico sismica

Parametri della sollecitazione alla base della singola colonna- SISMICA					
	Sismica_1	Sismica_2	Sismica_3	Sismica_4	
Azione assiale	16690	22180	15580	21070	N
Taglio in X	11360	4460	9850	2960	N
Taglio in Y	3360	10910	4710	12260	N
Momento flettente rispetto asse X	5310	17330	6660	18680	N m
Momento flettente rispetto asse y	56380	19730	52360	15710	N m

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0200 008	REV. A	FOGLIO 23 di 32

## 7.5 Combinazione di carico da corto circuito

Parametri della sollecitazione alla base della singola colonna- CORTO CIRCUITO		
	CC1	
Azione assiale	13900	N
Taglio in X	0	N
Taglio in Y	1010	N
Momento flettente rispetto asse X	1710	N m
Momento flettente rispetto asse y	0	N m

## 7.6 Verifica della fondazione

### 7.6.1 Verifiche SLU di tipo geotecnico

Sono state considerate le combinazioni di carico sismica, agli stati limite ultimi e di corto circuito.

Per ogni combinazione di carico ottenuta impiegando i coefficienti parziali riportati nella seguente tabella, sono stati calcolati i parametri della sollecitazione alla base di ogni sostegno. Quindi, tra quelle esaminate, si sono considerate le combinazioni di carico che trasmettono alla fondazione:

1. Massimo momento ribaltante attorno ad una asse trasversale a quello della linea  $M_{x,MAX}$
2. Massimo momento ribaltante attorno ad una asse parallelo a quello della linea  $M_{y,MAX}$
3. Minima azione verticale.

Tabella 7.1: Coefficienti parziali per le verifiche di tipo geotecnico.

VERIFICHE SLU - GEO	Approccio	Comb.	NTC 2008 Tab. 6.2.I			NTC 2008 Tab. 6.2.II				NTC 2008 Tabb. 6.2.I, 6.2.II, 6.8.I
			$\gamma_{G1}$	$\gamma_{G2}$	$\gamma_{Q1}$	$\gamma_{\phi' \tan}$	$\gamma_{c'}$	$\gamma_{cu}$	$\gamma_y$	
Collasso per carico limite (GEO)	2	-	(1)(1,3)	(0)(1,5)	(0)(1,5)	1	1	1	1	2,3
	1	1	(1)(1,3)	(0)(1,5)	(0)(1,5)	1	1	1	1	1
	1	2	(1)(1)	(0)(1,3)	(0)(1,3)	1,25	1,25	1,4	1	1,8
Scorrimento (GEO)	2	-	(1)(1,3)	(0)(1,5)	(0)(1,5)	1	1	1	1	1,1
	1	1	(1)(1,3)	(0)(1,5)	(0)(1,5)	1	1	1	1	1
	1	2	(1)(1)	(0)(1,3)	(0)(1,3)	1,25	1,25	1,4	1	1
Stabilità globale (EQU)	1	2	(0,9)(1,1)	(0)(1,5)	(0)(1,5)	1,25	1,25	1,4	1	1,1

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0200 008	REV. A	FOGLIO 24 di 32

Per calcolare le sollecitazioni alla base della fondazione, ai valori dei parametri della sollecitazione calcolati alla base del sostegno sono stati sommati i corrispettivi contributi dovuti allo sforzo di taglio e al peso della fondazione stessa.

Nel caso di verifica a ribaltamento, per la combiazione di carico sismica, il peso viene ridotto di una quantità pari al peso della fondazione moltiplicato per l'accelerazione calcolata del terreno in direzione verticale.

Caratteristiche del TERRENO			
$\gamma t$	1900	daN/m <sup>3</sup>	Peso di volume terreno
$\gamma'$	-	daN/m <sup>3</sup>	Peso di volume immerso
$\phi'$	35	°	Angolo di attrito in gradi
$\phi'$	0,61	rad	Angolo di attrito in radianti
$c'$	0	daN/m <sup>2</sup>	Coefficiente di coesione
Caratteristiche del CLS			
Rck	250	daN/cm <sup>2</sup>	
$\gamma_{cls}$	2500	daN/m <sup>3</sup>	Peso specifico cls
$\gamma'_{cls}$	1500	daN/m <sup>3</sup>	Peso specifico cls immerso
Caratteristiche FONDAZIONE			
$B_x$	2,5	m	lato minore//x
$B_y$	7,0	m	lato maggiore//y
$b$	0	m	lato minore batolo
$l$	0	m	lato maggiore batolo
$e_{bx}$	0	m	eccentricità batolo y
$e_{by}$	0	m	eccentricità batolo x
$D$	0	m	altezza batolo
$d$	0,6	m	altezza piastra
$sp=H$	0,6	m	spessore totale fondazione
$spf$	0,1	m	spessore fondazione fuori terra
$sp t$	0	m	Spessore terreno
$P_{cls}$	262500	N	Peso fondazione cls
$P_{terreno}$	0	N	Peso terreno su fondazione
$P_{tot fon}$	-262500	N	Peso totale cls+terreno

Si riportano gli esiti delle verifiche svolte sulla fondazione.

- **Verifica a ribaltamento EQU**

La verifica a ribaltamento è stata eseguita per le tre condizioni (1, 2, 3) per le combinazioni di carico Corto Circuito (CC), Sismica e SLU. La verifica risulta soddisfatta.

Si riportano gli esiti della verifica a ribaltamento svolta per la combinazione di carico da corto circuito per le tre condizioni (1, 2, 3) analizzate per le quali le azioni sulla fondazione sono coincidenti.



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0200 008	REV. A	FOGLIO 25 di 32

Nei confronti del ribaltamento la combinazione di carico sismica è risultata più gravosa per la fondazione in esame

### Combinazione di carico sismica

#### Azioni esterne riportate alla base della singola colonna

	Sismica_1	Sismica_2	Sismica_3	Sismica_4	
Azione assiale	16690	22180	15580	21070	N
Taglio in X	11360	4460	9850	2960	N
Taglio in Y	3360	10910	4710	12260	N
Momento flettente rispetto asse X	5310	17330	6660	18680	N m
Momento flettente rispetto asse y	56380	19730	52360	15710	N m

#### PdS alla base del sostegno - SISMICA

	Sismica_1	Sismica_2	Sismica_3	Sismica_4	
Azione assiale	50070	66540	46740	63210	N
Taglio in X	34080	13380	29550	8880	N
Taglio in Y	10080	32730	14130	36780	N
Momento flettente rispetto asse X	15930	51990	19980	56040	N m
Momento flettente rispetto asse y	169140	59190	157080	47130	N m

#### Parametri della sollecitazione alla base della fondazione

Condizione	Comb.	Mx (daN m)	Ty (daN)	My (daN m)	Tx (daN)	N (daN)	
<b>1. Mx max</b>	SISMICA 4	5604	3678	4713	888	-6321	
<b>2. My max</b>	SISMICA 1	1593	1008	16914	3408	-5007	
<b>3. N min</b>	SISMICA 3	4674	1413	15708	2955	-4674	
1. Mx max	SISMICA 4	2207	0	533	0	-13831	Contributo alle sollecitazioni dato dalla fondazione
2. My max	SISMICA 1	605	0	2045	0	-13831	Contributo alle sollecitazioni dato dalla fondazione
3. N min	SISMICA 3	848	0	1773	0	-13831	Contributo alle sollecitazioni dato dalla fondazione
<b>Parametri della sollecitazione alla base della fondazione</b>							
Condizione	Comb.	Mx (daN m)	Ty (daN)	My (daN m)	Tx (daN)	N (daN)	
<b>1.</b>	SISMICA 4	7811	3678	5246	888	-20152	
<b>2.</b>	SISMICA 1	2198	1008	18959	3408	-18838	
<b>3.</b>	SISMICA 3	5522	1413	17481	2955	-18505	

#### Verifica a ribaltamento

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0200 008	REV. A	FOGLIO 26 di 32

Condizione	1.	2.	3.		
<b>Ed= M rib,xx</b>	7811	2198	5522	daN m	Momento di ribaltamento totale rispetto asse xx Momento stabilizzante derivante da carichi di compressione-asse xx
<b>Rd= M stab xx / yR</b>	64120	59939	58880	daN m	
<b>Ed&lt;Rd</b>	<b>Verificato</b>	<b>Verificato</b>	<b>Verificato</b>		
m rib,xx	8,21	27,27	10,66		Verifica
<b>Verifica stabilità</b>	<b>Verificato</b>	<b>Verificato</b>	Verificato		
<b>Ed= M rib,yy</b>	5246	18959	17481	daN m	Momento di ribaltamento totale rispetto asse yy Momento stabilizzante derivante da carichi di compressione-asse yy
<b>Rd= M stab yy / yR</b>	22900	21407	21029	daN m	
<b>Ed&lt;Rd</b>	<b>Verificato</b>	<b>Verificato</b>	<b>Verificato</b>		
m rib,yy	4,37	1,13	1,20		Verifica
<b>Verifica stabilità</b>	<b>Verificato</b>	Verificato	Verificato		

- Collasso per carico limite fondazione-terreno GEO**

Il carico limite per la fondazione è stato calcolato mediante la formula trinomia del carico limite:

$$Q_{lim} = N_q \gamma_1 D s_q i_q d_q b_q g_q + N_{cc} s_c i_c d_c b_c g_c + 0,5 N_{gg} B s_g i_g b_g g_g$$

per le tre condizioni (1, 2, 3) per le combinazioni di carico Corto Circuito (CC), Sismica e SLU. La verifica risulta soddisfatta.

Si riporta di seguito l'esito della verifica condotta nella combinazione di carico sismica risultata più gravosa per la fondazione in esame.

- Combinazione di carico sismica**

PdS alla base della singola colonna	Sismica_1	Sismica_2	Sismica_3	Sismica_4	
	Azione assiale	16690	22180	15580	21070
Taglio in X	11360	4460	9850	2960	<b>N</b>
Taglio in Y	3360	10910	4710	12260	<b>N</b>
Momento flettente rispetto asse X	5310	17330	6660	18680	<b>N m</b>
Momento flettente rispetto asse y	56380	19730	52360	15710	<b>Nm</b>
<b>PdS alla base del sostegno - SISMICA</b>					
	Sismica_1	Sismica_2	Sismica_3	Sismica_4	
Azione assiale	50070	66540	46740	63210	<b>N</b>
Taglio in X	34080	13380	29550	8880	<b>N</b>
Taglio in Y	10080	32730	14130	36780	<b>N</b>
Momento flettente rispetto asse X	15930	51990	19980	56040	<b>N m</b>
Momento flettente rispetto asse y	169140	59190	157080	47130	<b>Nm</b>

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0200 008	REV. A	FOGLIO 27 di 32

Condizione	Comb.	Mx (daN m)	Ty (daN)	My (daN m)	Tx (daN)	N (daN)
1. Mx max	SISMICA 4	5604	3678	4713	888	-6321
2. My max	SISMICA 1	1593	1008	16914	3408	-5007
3. N min	SISMICA 3	5236	1413	15708	2955	-4674

1. Mx max	SISMICA 4	2207	0	533	0	-26250	Contributo alle sollecitazioni dato dalla fondazione
2. My max	SISMICA 1	605	0	2045	0	-26250	Contributo alle sollecitazioni dato dalla fondazione
3. N min	SISMICA 3	848	0	1773	0	-26250	Contributo alle sollecitazioni dato dalla fondazione

**Parametri della sollecitazione alla base della fondazione**

Condizione	Comb.	Mx (daN m)	Ty (daN)	My (daN m)	Tx (daN)	N (daN)
1.	SISMICA 4	7811	3678	5246	888	-32571
2.	SISMICA 1	2198	1008	18959	3408	-31257
3.	SISMICA 3	6084	1413	17481	2955	-30924

**APPROCCIO 2**

**A1+M1+R3**

Condizione	1.	2.	3.		
Bx=	2,50	2,50	2,50	m	lato minore fondazione
Ly=	7,00	7,00	7,00	m	lato maggiore fondazione
ey=	0,24	0,07	0,20	m	eccentricità yy
ex=	0,16	0,61	0,57	m	eccentricità xx
L'y=	6,52	6,86	6,61	m	dimensione yy efficace della fondazione
B'x=	2,18	1,29	1,37	m	dimensione xx efficace della fondazione
H tot	3784	3554	3275	daN	Carico orizzontale base fondazione
V tot	32571	31257	31257	daN	Carico verticale totale base fondazione
mL	1,250	1,158	1,172		
mB	1,750	1,842	1,828		
θ	1,571	1,571	1,571	rad	angolo di applicazione di H rispetto alla direzione L'
m	1,750	1,842	1,828		
D	0,50	0,50	0,50	m	profondità piano di posa
Ed	32571	31257	30924	daN	Carico totale di compressione

$$q_{lim} = N_{q\gamma} D_{sq} i_q d_q b_q + N_{cc} s_c i_c d_c b_c + 0,5 N_{\gamma\gamma} B s_{\gamma} i_{\gamma} b_{\gamma}$$

APPROCCIO 2 A1+M1+R3	1.	2.	3.	
φ	0,61	0,61	0,61	
γ	1900	1900	1900	

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0200 008	REV. A	FOGLIO 28 di 32

C' <sub>k</sub>	0	0	0	
N <sub>q</sub>	33,3	33,3	33,3	<i>fattori di capacità portante</i>
N <sub>c</sub>	46,12	46,12	46,12	
N <sub>y</sub>	48,03	48,03	48,03	
S <sub>q</sub>	1,234	1,131	1,145	<i>fattori di forma</i>
S <sub>c</sub>	1,241	1,135	1,150	
S <sub>y</sub>	0,866	0,925	0,917	
i <sub>q</sub>	0,806	0,801	0,817	<i>fattori di inclinazione del carico</i>
i <sub>c</sub>	0,800	0,794	0,811	
i <sub>y</sub>	0,712	0,710	0,731	
b <sub>q</sub>	1	1	1	<i>fattori di inclinazione del piano di posa</i>
b <sub>c</sub>	1	1	1	
b <sub>y</sub>	1	1	1	
g <sub>q</sub>	1	1	1	<i>fattori di inclinazione del piano campagna</i>
g <sub>c</sub>	1	1	1	
g <sub>y</sub>	1	1	1	
q <sub>lim</sub>	40330	29216	31082	daN/m <sup>2</sup>
Q <sub>LIM</sub>	572708	257902	281203	daN
Ed	32571	31257	30924	daN
	<b>VERIFICATO</b>	<b>VERIFICATO</b>	<b>VERIFICATO</b>	
rapporto Ed/Rd	<b>0,06</b>	<b>0,12</b>	<b>0,11</b>	

- **Collasso per scorrimento sul piano di posa GEO**

La verifica a scorrimento è stata eseguita per le tre condizioni (1, 2, 3) per le combinazioni di carico Corto Circuito (CC), Sismica e SLU, prendendo in considerazione il carico verticale Q<sub>v</sub> e il carico orizzontale massimo.

Il carico verticale è stato poi moltiplicato per la tangente dell'angolo di attrito del terreno ottenendo così il carico limite orizzontale. Tale carico è stato poi diviso per il coefficiente  $\gamma_r=1,1$  ottenendo così il carico orizzontale massimo resistente Q<sub>h,Rd</sub>. Affinché la verifica sia soddisfatta, il carico resistente deve risultare superiore al carico agente.

La verifica risulta sempre soddisfatta.

Si riportano gli esiti della verifica a scorrimento sul piano di posa svolta per la combinazione di carico sismica risultata la più gravosa per la fondazione.

<b>Verifica a scorrimento</b>						
<b>Approccio 2</b>						
<b>(A1+M1+R3)</b>	<b>1.</b>	<b>2.</b>	<b>3.</b>			
Q <sub>h</sub>	3784	3554	3275	daN	azione orizzontale agente	
Q <sub>v</sub>	32571	31257	30924	daN		azione verticale agente
φ	35	35	35	°		
c	0	0	0	kg/m <sup>2</sup>		

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>												
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF28</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">E ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">SE0200 008</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">29 di 32</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	SE0200 008	A	29 di 32
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	E ZZ CL	SE0200 008	A	29 di 32								

Qh,lim	22806	21886	21653	daN
$\gamma_R$	1,1	1,1	1,1	
Qh,Rd	20733	19897	19685	daN
	<b>Verificato</b>	<b>Verificato</b>	<b>Verificato</b>	
rapporto Ed/Rd	<b>0,18</b>	<b>0,18</b>	<b>0,17</b>	

### 7.6.2 Verifiche SLU di tipo strutturale

Si riporta nell'immagine seguente una vista del modello di calcolo da cui sono stati ricavati i parametri della sollecitazione relativi alla fondazione.

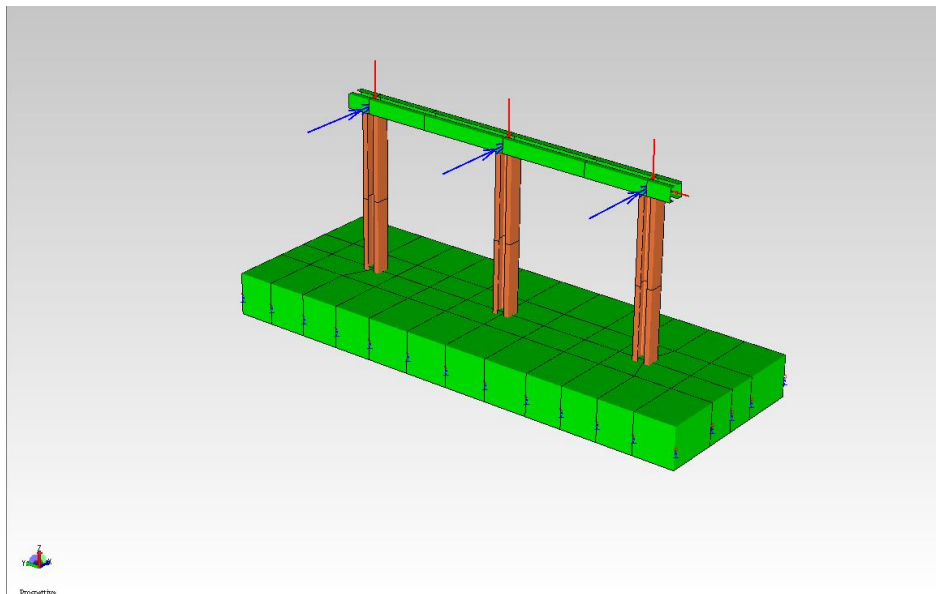


Fig. 7.4: Vista solida del modello ad elementi finiti e applicazione dei carichi sul sostegno- comb. Sismica 2.

Nella tabella seguente si riportano i valori della sollecitazione flettente sulla piastra di fondazione ottenute dall'analisi statica lineare effettuata sul modello ad elementi finiti. Inoltre si riportano le mappe di colore ottenute relative alla sollecitazione flettente massima rispetto agli assi di sviluppo x e y, in cui i valori forniti dal programma di calcolo per il momento flettente sono riferiti alla lunghezza lineare di 1m di sezione. Tali valori saranno impiegati nella verifica flessione della piastra di fondazione.

$M_{xx \max}$	1235	daN m/m
$M_{yy \max}$	1059	daN m/m

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b>							
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA</b>		COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>SE0200 008</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>30 di 32</b>

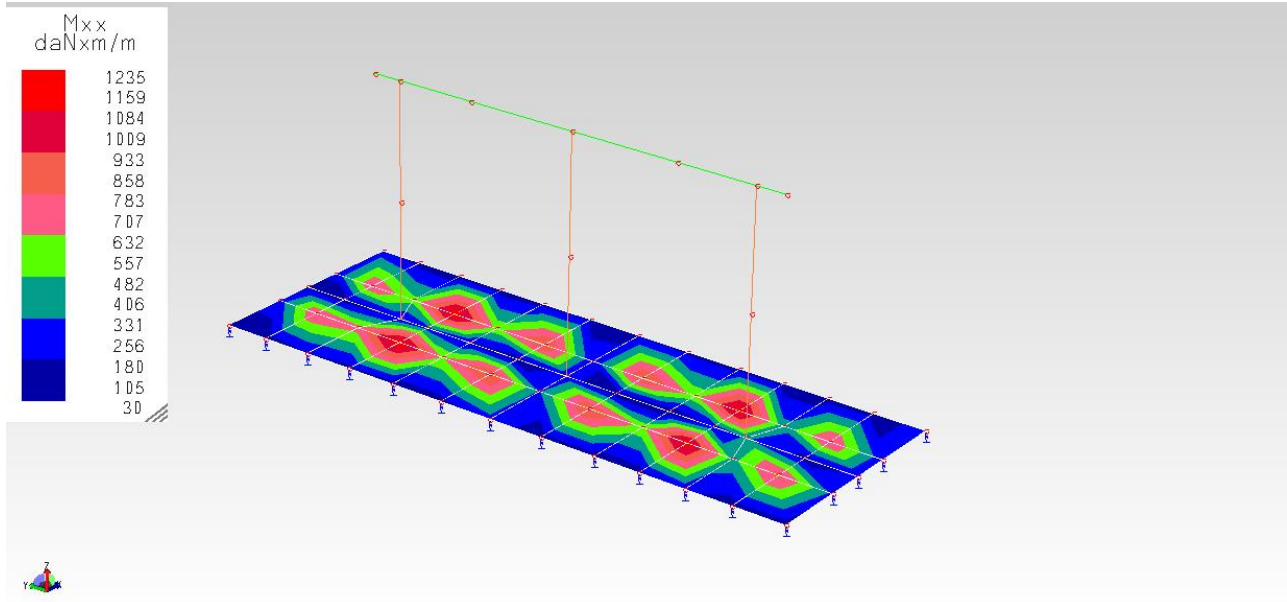


Fig. 7.5: *Mapa di colore momento flettente rispetto asse globale x*

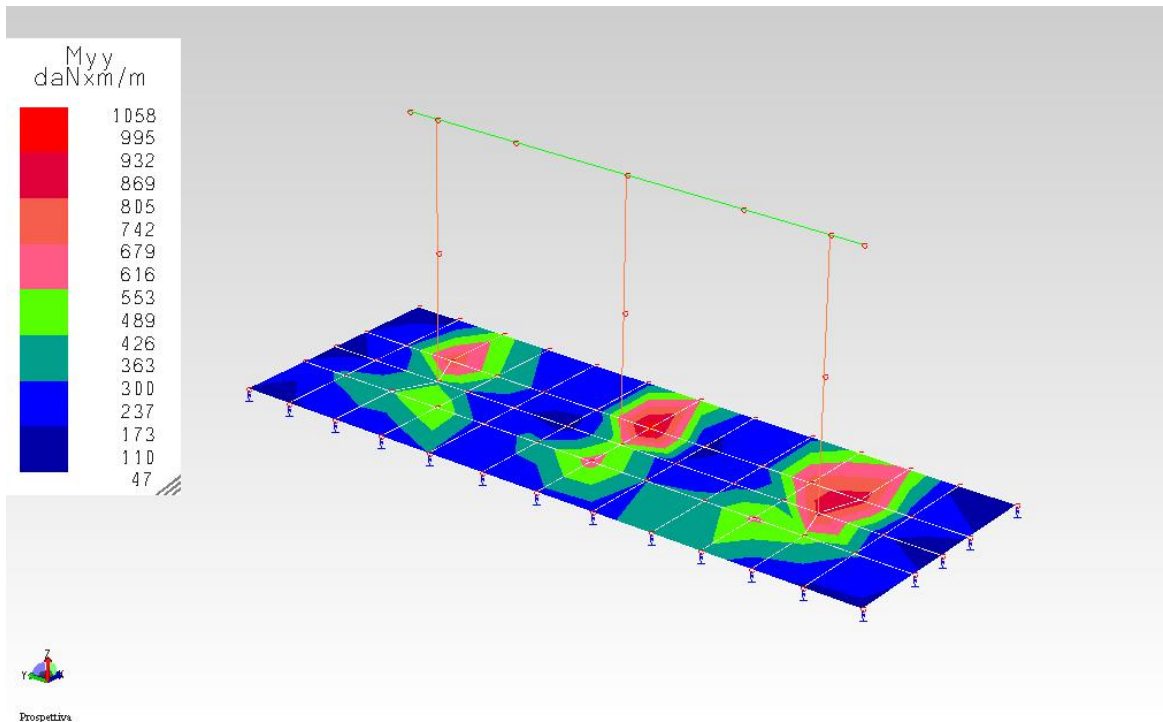


Fig. 7.6: *Mapa di colore momento flettente rispetto asse globale y*

Si riporta la verifica della sezione della piastra per i massimi valori di momento flettente calcolati, disponendo 1Ø10/25cm in entrambe le direzioni.

**Verifica sezione 100x40cm: sollecitazione flettente 1235 daN m.**

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio Soci <b>HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.</b>	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0200 008	REV. A	FOGLIO 31 di 32
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA						

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

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

Titolo : \_\_\_\_\_

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	60	1	3,14	56
			2	3,14	4

Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 kN  
 M<sub>xEd</sub> 12,35 kNm  
 M<sub>yEd</sub> 0 kNm

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

**Tipo rottura**  
 Lato acciaio - Acciaio snervato

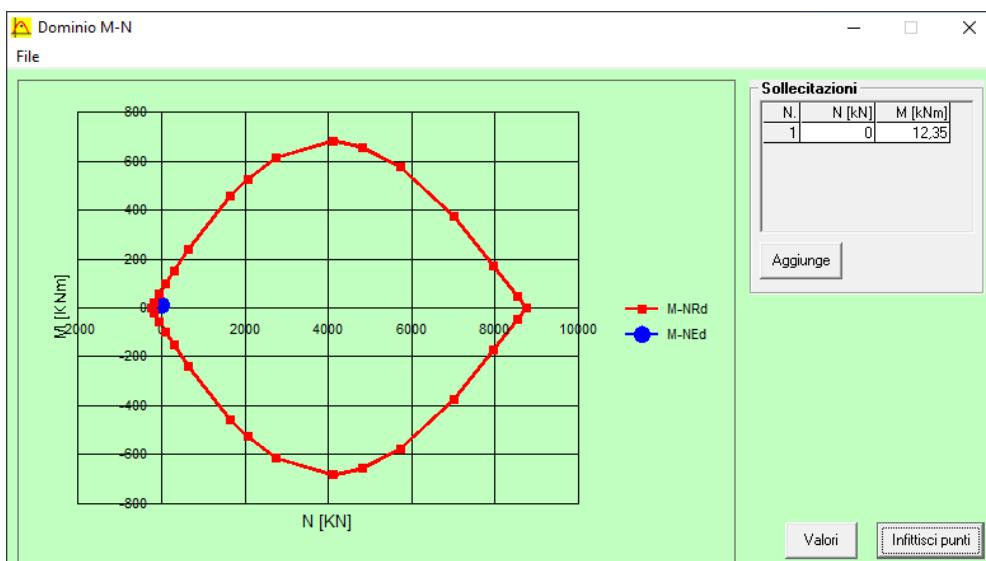
**Metodo di calcolo**  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

**Tipo flessione**  
 Retta  Deviata

**Materiali**  
 B450C C25/30  
 E<sub>su</sub> 67,5 ‰ E<sub>c2</sub> 2 ‰  
 f<sub>yd</sub> 391,3 N/mm² E<sub>cu</sub> 3,5 ‰  
 E<sub>s</sub> 200.000 N/mm² f<sub>cd</sub> 14,17 ‰  
 E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0,8  
 E<sub>syd</sub> 1,957 ‰ σ<sub>c,adm</sub> 9,75 ‰  
 σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0,6  
 τ<sub>c1</sub> 1,829

M<sub>xRd</sub> 71,45 kNm  
 σ<sub>c</sub> -14,17 N/mm²  
 σ<sub>s</sub> 391,3 N/mm²  
 ε<sub>s</sub> 2,823 ‰  
 ε<sub>s</sub> 67,5 ‰  
 d 56 cm  
 x 2,248 x/d 0,04014  
 δ 0,7

N\* rett. 100  
 Calcola MRd Dominio M-N  
 L<sub>0</sub> 0 cm Col. modello  
 Precompresso



La verifica della sezione è soddisfatta.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF28</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">E ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">SE0200 008</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">32 di 32</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ CL	SE0200 008	A	32 di 32
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF28	01	E ZZ CL	SE0200 008	A	32 di 32													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo fondazione per interruttore+TA</b>																		

## 7.7 Conclusioni

Sugli esiti delle analisi effettuate, per le condizioni di carico statico e per la condizione di carico sismica effettuata secondo le NTC 2008, risulta che per tutte le combinazioni di carico applicate:

- le verifiche di tipo geotecnico sulla fondazione in c.a. risultano verificate;
- le verifiche di tipo strutturale sulla fondazione in c.a. risultano verificate.

Il progettista