

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 sezionatore di 1^a e 2^a fila

APPALTATORE	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE	PROGETTISTA
Consorzio HIRPINIA AV Il Direttore Tecnico Ing. Vincenzo Moriello 21/02/2020	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	009	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

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per sezionatore di 1^a e 2^a fila	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0200 009	REV. A	FOGLIO 2 di 28

Indice

1	GENERALITÀ	3
2	NORMATIVA.....	4
3	MATERIALI.....	5
4	NATURA DEL TERRENO.....	6
5	METODOLOGIA DI CALCOLO	7
6	DEFINIZIONE DEI CARICHI	10
6.1	PESI PROPRI.....	10
6.2	AZIONE DEL VENTO.....	10
6.3	AZIONE SISMICA	10
7	FONDAZIONE PER SEZIONATORE DI 1^a E 2^a FILA.....	16
7.1	CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA.....	16
7.2	CARICHI AGENTI E COMBINAZIONI DI CARICO	18
7.2.1	AZIONE DEL VENTO	18
7.2.2	AZIONE SISMICA.....	19
7.3	VERIFICA DELLA FONDAZIONE	21
7.3.1	VERIFICHE SLU DI TIPO GEOTECNICO.....	21
7.3.2	VERIFICHE SLU DI TIPO STRUTTURALE.....	26
7.3.3	CONCLUSIONI	28

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per sezionatore di 1^ e 2^ fila	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0200 009	REV. A	FOGLIO 3 di 28

1 GENERALITÀ

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

- fondazione per sezionatore di 1^ e 2^ fila

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

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per sezionatore di 1^ e 2^ fila	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0200 009	REV. A	FOGLIO 4 di 28

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"

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per sezionatore di 1^ e 2^ fila	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0200 009	REV. A	FOGLIO 5 di 28

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/m³ Peso specifico

Acciaio per armature e tirafondi

B 450 C $f_{yk} = 450$ N/ mm² 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/mm² Modulo elastico

Acciaio per carpenteria metallica tipo S 355 JR

S 355 JR: $f_{yk} = 355$ N/ mm² Resistenza caratteristica a snervamento
 $f_{tk} = 510$ N/ mm² Resistenza caratteristica di rottura
 $\gamma_s = 1,05$ Coeff. Parziale resist.
 $E_s = 206000$ N/mm² Modulo elastico
 $\rho = 7850$ daN/m³ Densità

Bulloneria classe 6.8

Classe 6.8 $f_t = 600$ N/ mm² Resistenza caratteristica a rottura
 $f_y = 510$ N/ mm² Resistenza caratteristica di snervamento

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per sezionatore di 1^ e 2^ fila	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0200 009	REV. A	FOGLIO 6 di 28

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)	γ (kN/m ³)	Cu (kPa)	ϕ°	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.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per sezionatore di 1^ e 2^ fila	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0200 009	REV. A	FOGLIO 7 di 28

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.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per sezionatore di 1^ e 2^ fila	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0200 009	REV. A	FOGLIO 8 di 28

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 fornisce i parametri della sollecitazione agenti sulla struttura in elevazione.

Tabella 5.1: Coefficienti combinazione delle azioni.

	Combinazione di carico	G1	G2	Q _{k,i}	Q _{k,i}	E	E
		Peso proprio	Tiri conduttori	Vento X	Vento y	Sisma X	Sisma Y
NORMALE	SLU_1	1,3	1,5	0,9	0,9	0	0
	SLU_2	1,3	1,5	1,5	0,9	0	0
Sismica	Sismica_1	1	1	0	0	1	0,3
	Sismica_2	1	1	0	0	0,3	1

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
 - - 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 γ_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.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per sezionatore di 1 ^a e 2 ^a fila	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0200 009	REV. A	FOGLIO 9 di 28

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

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_Q	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 γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	γ_φ	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	γ_c	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_γ	γ_γ	1,0	1,0

Tab. 6.4.I – Coefficienti parziali γ_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
γ_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.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per sezionatore di 1 ^a e 2 ^a fila	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0200 009	REV. A	FOGLIO 10 di 28

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 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.		$v_{b,0}$ (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 ²
k_r	0,19	
z_0	0,05	m
z_{min}	4	m
ct	1	

SUPERFICI PIANE

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

6.3 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).

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per sezionatore di 1 ^a e 2 ^a fila	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0200 009	REV. A	FOGLIO 11 di 28

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_N	100	anni	Vita nominale	
Classe d'uso	IV			
C_u	2		Coefficiente d'uso	
V_R	200	anni	Periodo di riferimento: Se V_r è minore di 35 anni si pone $V_r=35$	
P_{VR} (SLV)	10%		Probabilità di superamento nel periodo di riferimento considerato	
T_R	1898	anni	Tempo di ritorno	

PARAMETRI DI PERICOLOSITA' SISMICA – apparecchiature e.m. AT					
STATO LIMITE		T_r [anni]	a_g [g]	F_0	T^*c [sec]
Operatività	SLO	120	0,134	2,315	0,334
Danno	SLD	201	0,175	2,304	0,347
Salvaguardia vita	SLV	1898	0,473	2,341	0,425
Prevenzione collasso	SLC	2475	0,523	2,365	0,431

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per sezionatore di 1 ^a e 2 ^a fila	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0200 009	REV. A	FOGLIO 12 di 28

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite

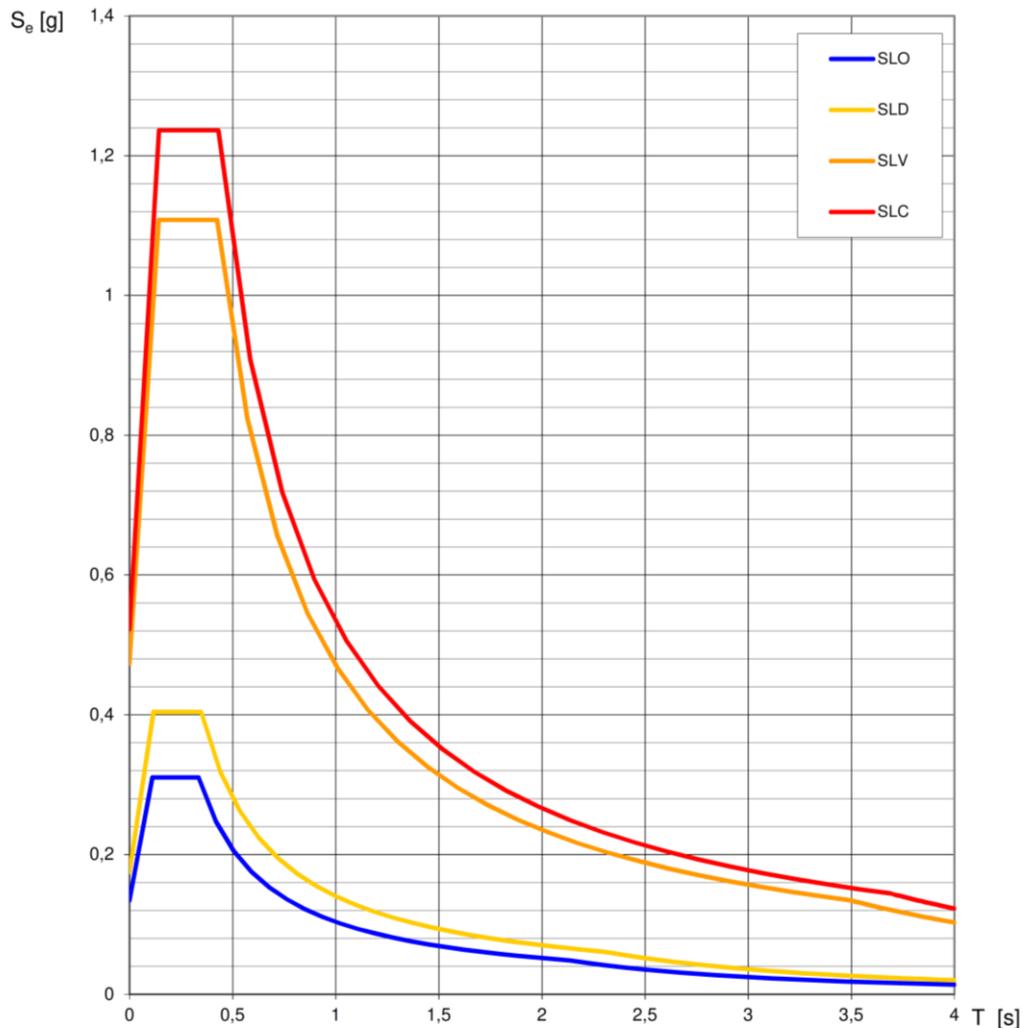


Fig. 2: Spettri di risposta elastici per i diversi stati limite, comune di GROTTAMINARDA (AV) - Apparecchiature elettromeccaniche impianto AT presso SSE di HIRPINIA.

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
- 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)

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per sezionatore di 1 ^a e 2 ^a fila	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0200 009	REV. A	FOGLIO 13 di 28

Si riportano di seguito gli spettri di progetto così definiti:

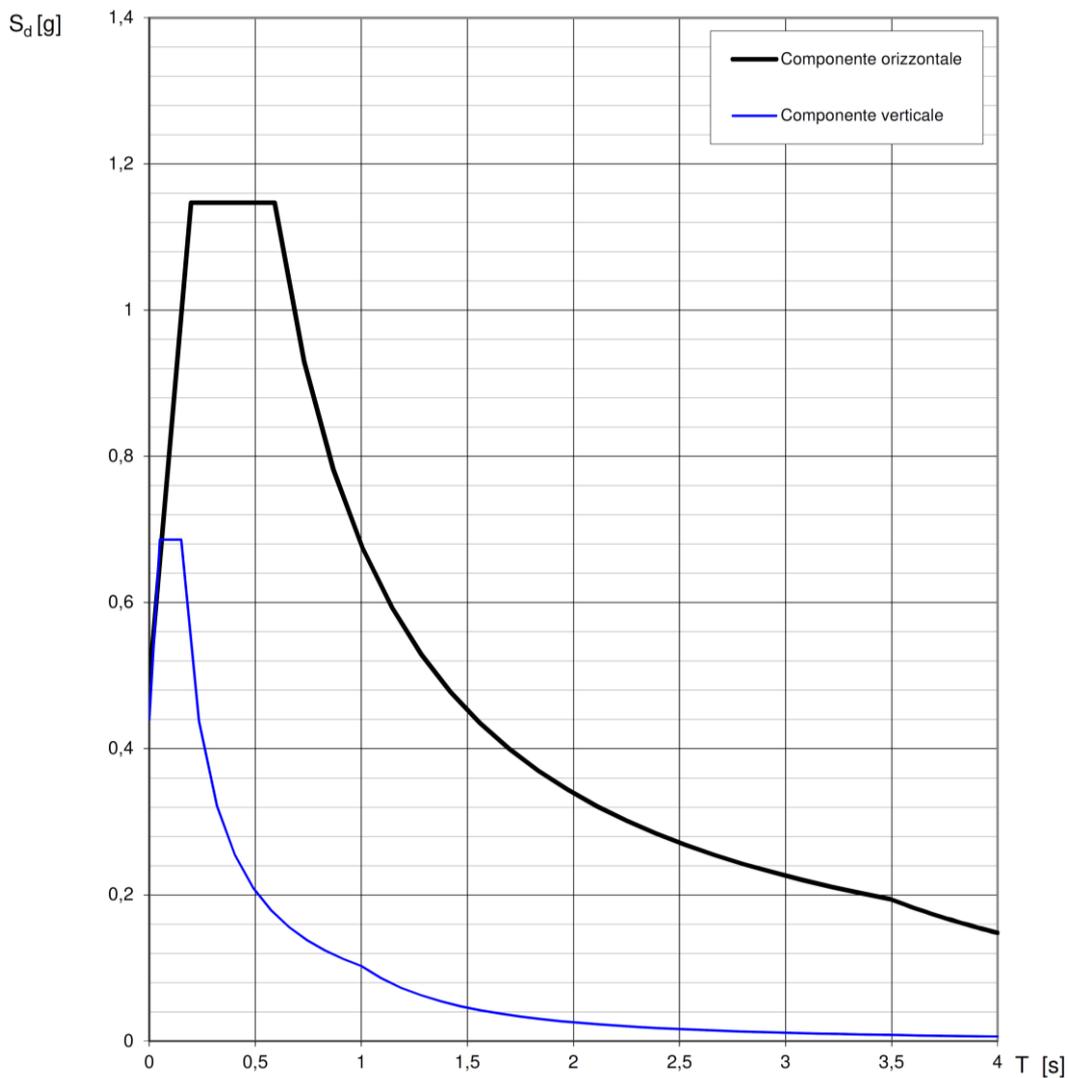
Periodo di ritorno: 1898

ag = 0,473 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.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per sezionatore di 1 ^a e 2 ^a fila	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0200 009	REV. A	FOGLIO 14 di 28

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
η	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 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	0,490
$T_B \leftarrow$	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 IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per sezionatore di 1ª e 2ª fila	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0200 009	REV. A	FOGLIO 15 di 28

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
η	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
$T_B \leftarrow$	0,050	0,686
$T_C \leftarrow$	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
$T_D \leftarrow$	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

La componente verticale del sisma sarà trascurata.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per sezionatore di 1 ^a e 2 ^a fila	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0200 009	REV. A	FOGLIO 16 di 28

7 FONDAZIONE PER SEZIONATORE DI 1^a E 2^a FILA

7.1 Caratteristiche della struttura

Trattasi di fondazione costituita da un plinto in c.c.a. a sezione quadrata di lato 2 metri e altezza di 2,10 metri.

Su tale plinto si imposta un baggiolo a sezione quadrata di lato 1 m e altezza 0,50m, in posizione centrale e sporgenti dal p.c. di 10 cm, su cui si ancora il sostegno mediante tirafondi.

La profondità del piano di posa della fondazione è di 2,50m.

Per quanto riguarda l'apparecchiatura installate sulla fondazione, di seguito si riportano le caratteristiche essenziali ricavate dai disegni ricevuti dal committente. Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati di progetto.

Sostegno	
Peso [daN]	850,00
Altezza [m]	12
Baricentro [m]	6

Apparecchiatura	
Peso [daN]	250
Baricentro [m]	7,8

DETTAGLIO FONDAZIONI SEZ. 2^a FILA
_SCALA 1:20

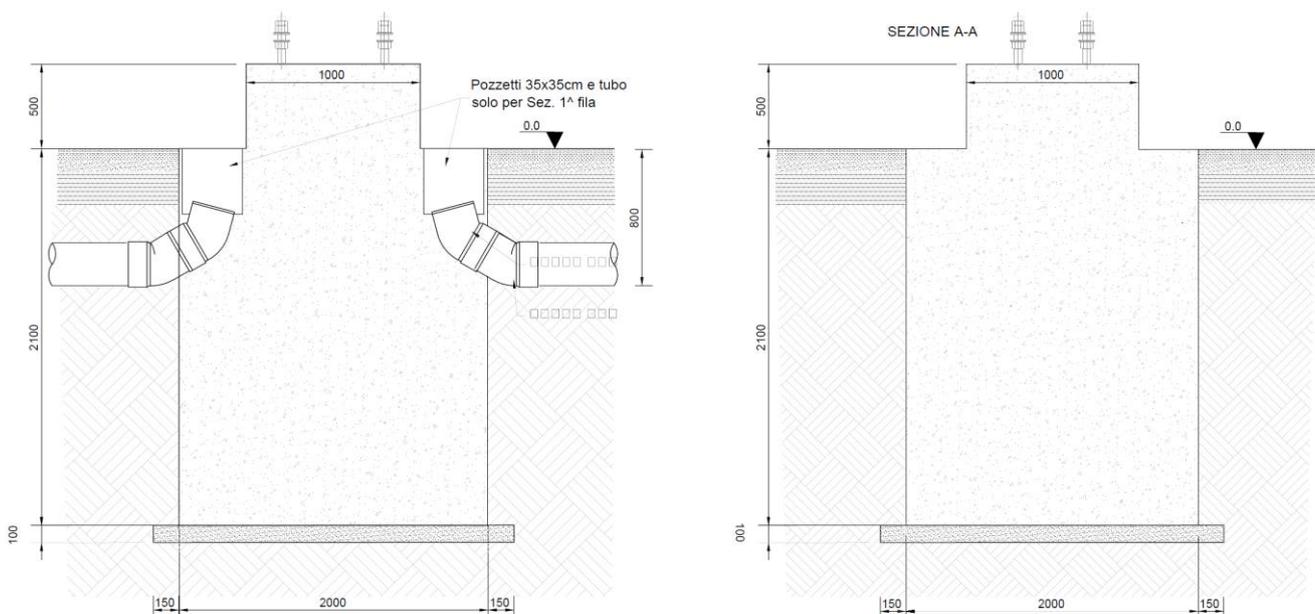


Fig. 3: Schematico plinto di fondazione. Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per sezionatore di 1ª e 2ª fila	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0200 009	REV. A	FOGLIO 17 di 28

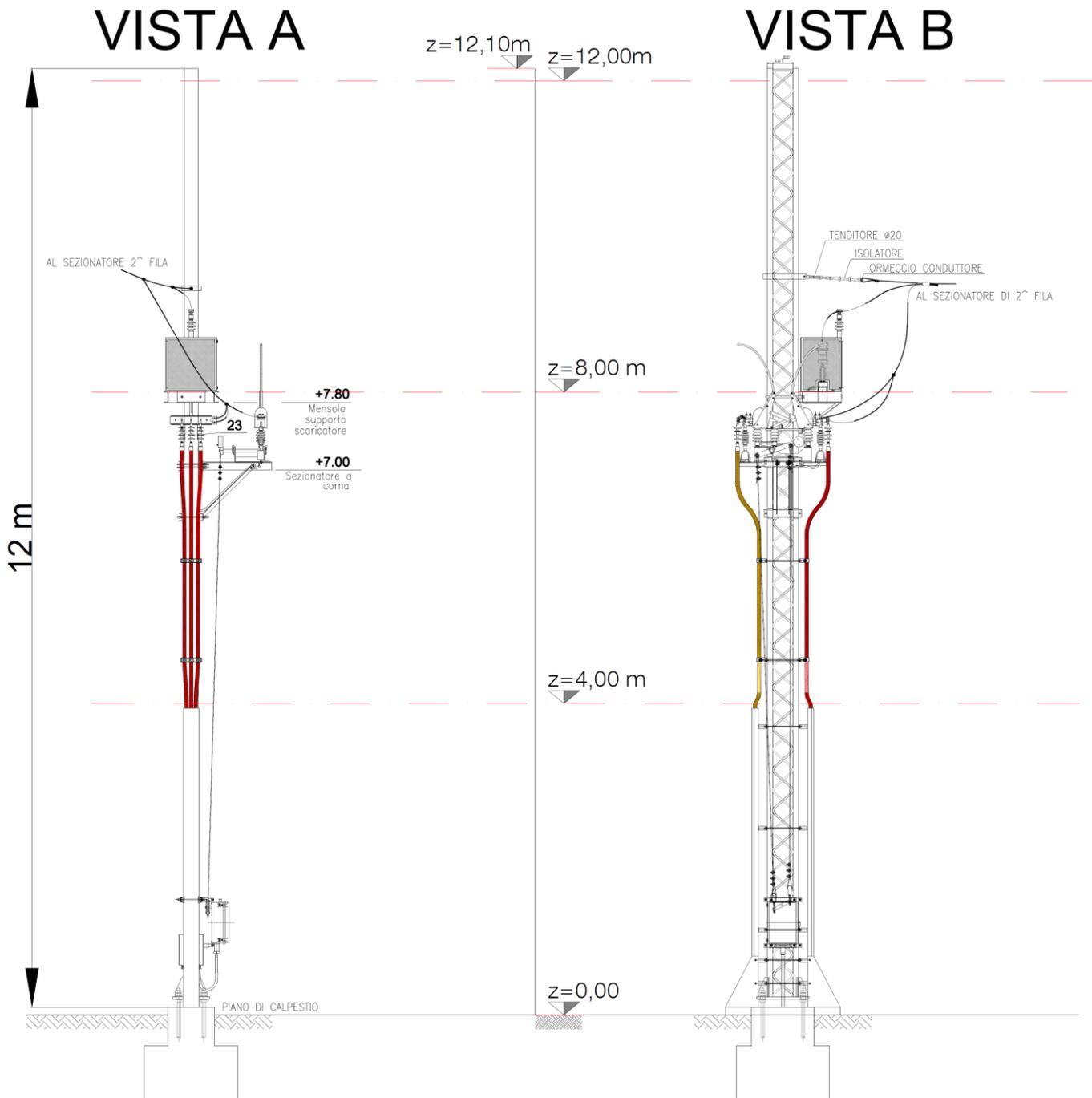


Fig. 4: Schematico struttura fuori terra ed allestimento. Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per sezionatore di 1 ^a e 2 ^a fila	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0200 009	REV. A	FOGLIO 18 di 28

7.2 Carichi agenti e combinazioni di carico

Di seguito sono indicati i carichi, riportati alla base del sostegno e pertanto agenti direttamente sulla fondazione. Tali valori sono stati ricavati secondo quanto riportato al capitolo 6.

7.2.1 Azione del vento

Per determinare la forza vento, la struttura è stata considerata in tre tronchi principali, per ciascuno dei quali sono stati determinati il coefficiente di esposizione e la superficie esposta al vento. Nella seguente tabella si riportano tali valori e la determinazione della forza vento sulle facce del sostegno.

La forza vento è stata considerata come forza applicata alla struttura alle diverse quote z.

Tabella 7.1: Forza vento: SEZIONATORE FILA 1 E 2

	z (m)	Qr (daN/m ²)	Ce	Cp	Cd	p (daN/m ²)	Sup. esposta al vento //y				Fvx (daN)	Sup. esposta al vento //x				Fvy (daN)	
							m ² /m		m ²	tot (m ²)		m ² /m		m	m ²		tot (m ²)
							m	m ²				m	m ²				
TRONCO 1	0-4 m	2	45,56	1,8	2,8	1	230	0,27	4	1,08	1,28	294	0,18	4	0,72	0,92	211
										0,2					0,2		
TRONCO 2	4-8 m	6	45,56	2,04	2,8	1	260	0,27	4	1,08	1,58	411	0,18	4	0,72	1,22	318
										0,5					0,5		
TRONCO 3	8-12 m	10	45,56	2,35	2,8	1	300	0,27	4	1,08	1,78	534	0,18	4	0,72	1,42	426
										0,7					0,7		

Parametri della sollecitazioni alla base del sostegno indotti da Fvx

N	1150 daN
Tx	1239 daN
Ty	0 daN
Mx	0 daN m
My	6342 daN m

Parametri della sollecitazioni alla base del sostegno indotti da Fvy

N	1150 daN
Tx	0 daN
Ty	954 daN
Mx	6585 daN m
My	0 daN m

Tali carichi sono stati combinati secondo quanto riportato al capitolo 5 e in tabella 5.1, di cui si riporta un estratto, al fine di determinare i parametri della sollecitazione con cui eseguire le verifiche previste.

	Combinazione di carico	G1	Qk,i	Qk,i
		Peso proprio	Vento X	Vento y
NORMALE	SLU_1	1,3	1,5	0,9
	SLU_2	1,3	0,9	1,5

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per sezionatore di 1 ^a e 2 ^a fila	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0200 009	REV. A	FOGLIO 19 di 28

Di seguito si riporta il calcolo dei parametri della sollecitazione alla base del sostegno ottenuti per ogni combinazione di carico, per l'apparecchiatura presa in esame.

SLU 1: 1,3 G + 1,5 Vx + 0,9 Vy

N	1495	daN
Tx	1858	daN
Ty	859	daN
Mx	5926	daN m
My	9512	daN m

SLU 2: 1,3 G + 0,9 Vx + 1,5 Vy

N	1495	daN
Tx	1115	daN
Ty	1432	daN
Mx	9877	daN m
My	5707	daN m

7.2.2 Azione sismica

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

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

La componente orizzontale del sisma è di seguito determinata:

Tabella 7.2: Azione sismica: componente orizzontale. SEZIONATORE FILA 1 E 2

Cat. sottosuolo	C		
Ss	1,036		Coeff. amplificazione stratigrafica
Cc	1,387		Coeff. Funzione di cat. Sottosuolo
Tc	0,596	s	
T _B	0,199	s	
T _D	3,492	s	
Cat. topografica	T1		Superficie pianeggiante
S _T	1,000		
S	1,036		
q	1,500		Fattore di struttura per comp. orizzontale
H struttura	12,000	m	Altezza totale sistema
T1	0,322	sec	Primo periodo di vibrazione del sistema
S _d (T)	0,765		Accelerazione spettrale orizzontale
0,2a _g	0,095		Valore minimo dello spettro
W _{tot}	10791	N	Massa totale sistema
λ	1		Coefficiente pari a 1
F _h	8255	N	Forza orizzontale

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per sezionatore di 1^ e 2^ fila	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0200 009	REV. A	FOGLIO 20 di 28

La ripartizione delle forze è riportata nella seguente tabella. Si riportano i pds alla base del sostegno, considerando le forze applicate alle quote z.

Tabella 7.3: Ripartizione azione sismica: SEZIONATORE FILA 1 E 2

Forza orizzontale Apparecchiatura	Fh	826	daN	
	W _{app}	250	daN	
	z _{app}	7,80	m	
	Sostegno	W _{sost}	850,00	daN
		z _{sost}	6,00	m
		Σj zj Wj	7050	daN m
Ripartizione azione sismica su elementi principali				
	Apparecchiatura	228	daN	
	sostegno	597	daN	

Parametri della sollecitazioni alla base del sostegno indotti da SISMA X

N	1150 daN
Tx	826 daN
Ty	0 daN
Mx	0 daN m
My	5364 daN m

Parametri della sollecitazioni alla base del sostegno indotti da SISMA Y

N	1150 daN
Tx	0 daN
Ty	826 daN
Mx	5364 daN m
My	0 daN m

Tali carichi sono stati combinati secondo quanto riportato al capitolo 5 e in tabella 5.1, di cui si riporta un estratto, al fine di determinare i parametri della sollecitazione con cui eseguire le verifiche previste.

		G1	Qk,i	Qk,i	E	E
		Peso proprio	Vento X	Vento y	Sisma X	Sisma Y
Sismica	Sismica_1	1	0	0	1	0,3
	Sismica_2	1	0	0	0,3	1

Di seguito si riporta il calcolo dei parametri della sollecitazione alla base del sostegno ottenuti per ogni combinazione di carico, per l'apparecchiatura presa in esame.

SISMA X: G + Ex + 0,30 Ey

N	1150 daN
Tx	826 daN
Ty	248 daN
Mx	1609 daN m
My	5364 daN m

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per sezionatore di 1 ^a e 2 ^a fila	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0200 009	REV. A	FOGLIO 21 di 28

SISMA Y: G + 0,30 Ex + Ey

N	1150 daN
Tx	248 daN
Ty	826 daN
Mx	5364 daN m
My	1609 daN m

7.3 Verifica della fondazione

7.3.1 Verifiche SLU di tipo geotecnico

Sono state considerate le combinazioni di carico sismicae e agli stati limite ultimi analizzate.

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 7.4: 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
			γ_{G1}	γ_{G2}	γ_{Q1}	$\gamma_{\phi' \tan}$	$\gamma_{c'}$	γ_{cu}	γ_{γ}	
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

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.

A favore della sicurezza non è stato considerato il contributo del terreno sulla fondazione (spessore terreno=0).

Caratteristiche del TERRENO			
γ_t	1900	daN/m ³	Peso di volume terreno

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per sezionatore di 1 ^a e 2 ^a fila	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0200 009	REV. A FOGLIO 22 di 28

γ'	-	daN/m ³	Peso di volume immerso
ϕ'	35	°	Angolo di attrito in gradi
ϕ'	0,611	rad	Angolo di attrito in radianti
c'	0	daN/m ²	Coefficiente di coesione
Caratteristiche del CLS			
Rck	250	daN/cm ²	
γ_{cls}	2500	daN/m ³	Peso specifico cls
γ'_{cls}	1500	daN/m ³	Peso specifico cls immerso
Caratteristiche FONDAZIONE			
B_x	2	m	lato minore//x
B_y	2	m	lato maggiore//y
b	1	m	lato minore batolo
l	1	m	lato maggiore batolo
e_{bx}	0	m	eccentricità batolo y
e_{by}	0	m	eccentricità batolo x
D	0,5	m	altezza batolo
d	2,1	m	altezza piastra
$sp=H$	2,6	m	spessore totale fondazione
spf	0,5	m	spessore fondazione fuori terra
$sp t$	0	m	Spessore terreno
P_{cls}	222500	N	Peso fondazione cls
$P_{terreno}$	0	N	Peso terreno su fondazione
$P_{tot fon}$	-222500	N	Peso totale cls+terreno

Si riportano gli esiti delle verifiche svolte sulla fondazione.

- **Verifica a ribaltamento EQU**

La verifica a ribaltamento è eseguita per le tre condizioni (1, 2, 3) per le combinazioni di carico considerate di seguito riportate. La verifica è soddisfatta.

PdS alla base del sostegno				
	SLU 1 - EQU	SLU 2 - EQU	Sisma x - EQU	Sisma y - EQU
Azione assiale	10350	10350	11500	11500
Taglio in X	18582	11149	8255	2477
Taglio in Y	8590	14317	2477	8255
Momento flettente rispetto asse X	59263	98771	16092	53641
Momento flettente rispetto asse y	95123	57074	53641	16092

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per sezionatore di 1ª e 2ª fila	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0200 009	REV. A	FOGLIO 23 di 28

Si riportano gli esiti della verifica a ribaltamento svolta per i casi SLU EQU1 e SLU EQU 2 poiché più gravose per la struttura in esame.

PdS alla base del sostegno – sismica

Condizione	Comb.	Mx (daN m)	Ty (daN)	My (daN m)	Tx (daN)	N (daN)
1.	SLU 2 - EQU	9877	1432	5707	1115	-1035
2.	SLU 1 - EQU	5926	859	9512	1858	-1035

1.	SLU 2 - EQU	3723	0	2899	0	-20025
2.	SLU 1 - EQU	2234	0	4831	0	-20025

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.	SLU 2 - EQU	13600	1432	8606	1115	-21060
2.	SLU 1 - EQU	8160	859	14344	1858	-21060

Verifica a ribaltamento

Condizione	1.	2.		
Ed= M rib,xx	13600	8160	daN m	Momento di ribaltamento totale rispetto asse xx
Rd= M stab xx / yR	19145	19145	daN m	Momento stabilizzante derivante da carichi di compressione-asse xx
Ed<Rd	Verificato	Verificato		
$\mu_{rib,xx}$	1,41	2,35		Verifica
Verifica stabilità	Verificato	Verificato		
Ed= M rib,yy	8606	14344	daN m	Momento di ribaltamento totale rispetto asse yy
Rd= M stab yy / yR	19145	19145	daN m	Momento stabilizzante derivante da carichi di compressione-asse yy
Ed<Rd	Verificato	Verificato		
$\mu_{rib,yy}$	2,22	1,33		Verifica
Verifica stabilità	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 considerate di seguito riportate. La verifica è soddisfatta.

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

Combinazione di carico SISMICA

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per sezionatore di 1 ^a e 2 ^a fila	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0200 009	REV. A	FOGLIO 24 di 28

PdS alla base del sostegno

	SLU 1 geo	SLU 2 geo	Sismica_1 geo	Sismica_2 geo	
Azione assiale	14950	14950	11500	11500	N
Taglio in X	18582	11149	8255	2477	N
Taglio in Y	8590	14317	2477	8255	N
Momento flettente rispetto asse X	59263	98771	16092	53641	N m
Momento flettente rispetto asse y	95123	57074	53641	16092	N m

PdS alla base del sostegno - SISMICA

Condizione	Comb.	Mx (daN m)	Ty (daN)	My (daN m)	Tx (daN)	N (daN)
1. Mx max	SLU 1 geo	5926	859	9512	1858	-1495
2. My max	SLU 2 geo	9877	1432	5707	1115	-1495

1. Mx max	SLU 1 geo	2234	0	4831	0	-28925
2. My max	SLU 2 geo	3723	0	2899	0	-28925

Contributo alle sollecitazioni dato dalla fondazione

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.	SLU 1 geo	8160	859	14344	1858	-30420
2.	SLU 2 geo	13600	1432	8606	1115	-30420

Verifica

App. 2 (A1+M1+R3)

Condizione	1.	2.		
Bx=	2,00	2,00	m	lato minore fondazione
Ly=	2,00	2,00	m	lato maggiore fondazione
ey=	0,27	0,45	m	eccentricità yy
ex=	0,47	0,28	m	eccentricità xx
L'y=	1,46	1,11	m	dimensione yy efficace della fondazione
B'x=	1,06	1,43	m	dimensione xx efficace della fondazione
H tot	2047	1815	daN	Carico orizzontale base fondazione
V tot	30420	30420	daN	Carico verticale totale base fondazione
mL	1,419	1,565		
mB	1,581	1,435		
θ	1,571	1,571	rad	angolo di applicazione di H rispetto alla direzione L'
m	1,581	1,435		
D	2,50	2,50	m	profondità piano di posa

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per sezionatore di 1 ^a e 2 ^a fila	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0200 009	REV. A	FOGLIO 25 di 28

Ed	30420	30420	daN	Carico totale di compressione
----	-------	-------	-----	-------------------------------

APPROCCIO 2 A1+M1+R3	1.	2.	
φ	0,61	0,61	
γ	1900	1900	
c'_k	0	0	
N_q	33,3	33,3	fattori di capacità portante
N_c	46,12	46,12	
N_y	48,03	48,03	
S_q	1,506	1,908	fattori di forma
S_c	1,521	1,936	
S_y	0,711	0,481	
i_q	0,896	0,916	fattori di inclinazione del carico
i_c	0,892	0,913	
i_y	0,835	0,861	
b_q	1	1	fattori di inclinazione del piano di posa
b_c	1	1	
b_y	1	1	
g_q	1	1	fattori di inclinazione del piano campagna
g_c	1	1	
g_y	1	1	
q_{lim}	105209	131922	daN/m ²
QLIM	162748	209231	daN
Ed	30420	30420	daN
	VERIFICATO	VERIFICATO	
rapporto Ed/Rd	0,19	0,15	

- **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 esaminate prendendo in considerazione il carico verticale Q_v 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 $Q_{h,Rd}$. Affinché la verifica sia soddisfatta, il carico resistente deve risultare superiore al carico agente.

La verifica risulta sempre soddisfatta.

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

Verifica a scorrimento
Approccio 2

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per sezionatore di 1 ^a e 2 ^a fila	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO SE0200 009	REV. A	FOGLIO 26 di 28

(A1+M1+R3)	1.	2.		
Qh	2047	1815	daN	azione orizzontale agente azione verticale agente
Qv	30420	30420	daN	
φ	35	35	°	
c	0	0	kg/m ²	
Qh,lim	21300	21300	daN	
γ _R	1,1	1,1		
Qh,Rd	19364	19364	daN	
rapporto Ed/Rd	Verificato	Verificato		
	0,11	0,09		

7.3.2 VERIFICHE SLU DI TIPO STRUTTURALE

Le verifiche agli stati limite ultimi di tipo strutturale si considerano le sollecitazioni sulla fondazione nelle combinazioni SLU 1, SLU 2, SISMICA X, SISMICA Y, di seguito sintetizzate.

Azioni agenti sulla fondazione:

Pds BASE	SLU 1	SLU 2	SISMA X	SISMA Y	
Nsd,z	1495	1495	1150	1150	daN
Vsd,x	1858	1115	826	248	daN
Vsd,y	859	1432	248	826	daN
Msd,x	5926	9877	1609	5364	daN m
Msd,y	9512	5707	5364	1609	daN m

Si effettua la verifica a pressoflessione deviata della sezione di interfaccia tra batolo superiore e plinto, impiegando i valori sopra riportati opportunamente incrementati come riportato nella seguente tabella:

Pds BASE	SLU 1*	SLU 2*	Sisma X*	Sisma Y*	
Nsd,z	3120	3120	2400	2400	daN
Vsd,x	1858	1115	826	248	daN
Vsd,y	859	1432	248	826	daN
Msd,x	6356	10593	1733	5777	daN m
Msd,y	10441	6265	5777	1733	daN m

Il batolo viene verificato come una trave incastrata, su cui agiscono le sollecitazioni trasmesse dalla struttura fuori terra sovrastante. Si svolge la verifica a pressoflessione deviata sulla sezione armata con 5+5Ø20 disposte regolarmente su angoli e perimetro della sezione. La verifica è sempre soddisfatta. Si riporta l'esito della verifica per la combinazione sismica più gravosa.

APPALTATORE:
 Consorzio Soci
 HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.

PROGETTAZIONE:
 Mandataria Mandanti
 ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.

PROGETTO ESECUTIVO
 Relazione di calcolo fondazione per sezionatore di 1ª e 2ª fila

ITINERARIO NAPOLI – BARI

RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA
I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
 IF28 01 E ZZ CL SE0200 009 A 27 di 28

Verifica C.A. S.L.U. - File: SEZ FILA 1 E 2

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

Titolo : SEZ FILA 1 E 2

N° Vertici Zoom N° barre Zoom

N°	x [cm]	y [cm]
1	0	0
2	100	0
3	100	100
4	0	100

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
12	3,14	4	52
13	3,14	4	76
14	3,14	96	28
15	3,14	96	52
16	3,14	96	76

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

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
 M_{xEd} kNm
 M_{yEd} kNm

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

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett.

Calcola MRd Dominio Mx-My

angolo asse neutro θ°

Precompresso

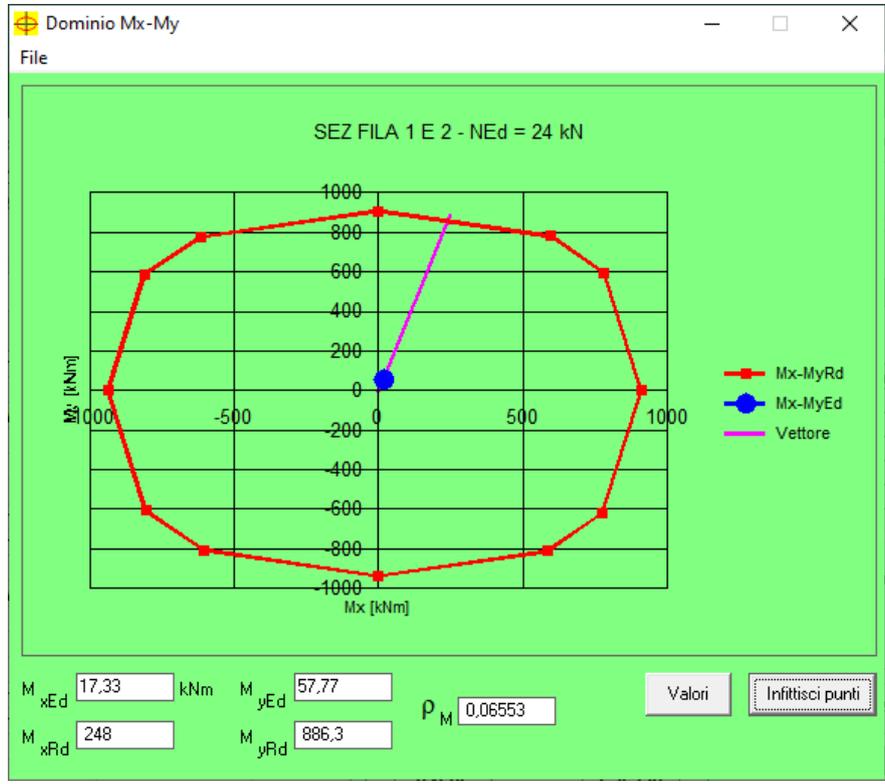
Materiali

B450C **C25/30**

ε_{su} ‰ ε_{c2} ‰
 f_{yd} N/mm² ε_{cu} ‰
 E_s N/mm² f_{cd} ‰
 E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
 ε_{syd} ‰ σ_{c,adm} ‰
 σ_{s,adm} N/mm² τ_{co} ‰
 τ_{c1} ‰

M_{xRd} kN m
 M_{yRd} kN m
 σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ε_c ‰
 ε_s ‰
 d cm
 x x/d
 δ

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo fondazione per sezionatore di 1 ^a e 2 ^a fila	IF28	01	E ZZ CL	SE0200 009	A	28 di 28



7.3.3 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