

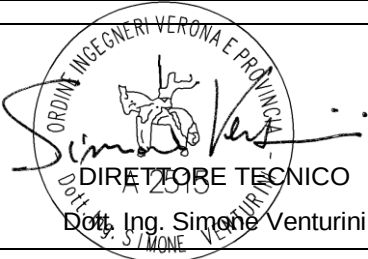


PROGETTO DEFINITIVO DELL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO DI 360MW CON SISTEMA DI ACCUMULO DI CAPACITA' PARI A 82,5MWH E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE RTN, DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI SASSARI NELLE FRAZIONI DI "PALMADULA, LA CORTE, CANAGLIA, LI PIANI, SAN GIORGIO, SCALA ERRE"

PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE: **PALMADULA
SOLAR S.R.L.** 

PROGETTISTA: 


ORDINE INGEGNERI VERONA E PROVINCIA
A 2015
DIRETTORE TECNICO
Dot. Ing. Simone Venturini

TITOLO ELABORATO:

RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI

ELABORATO n°:
BI028F-D-PAL-RT-11-r00

NOME FILE:

SCALA: ----

DATA: AGOSTO 2023

REVISIONE	N.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	CONTROLLATO	APPROVATO
	00	Agosto 2023	Prima Emissione	A. Perlini	M. Sandri	S. Venturini
	01					
	02					
	03					
	04					

 TECNITALIA	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-11-r00	Pag. 1
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

SOMMARIO

1. PREMESSA.....	4
1.1. Descrizione delle sottostazioni	5
1.1. Descrizione delle cabine	6
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	7
3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	8
3.1. Conglomerato cementizio C30/37, per le strutture di fondazione.....	8
3.2. Conglomerato cementizio C12/15, per magrone di fondazione	8
3.3. Acciaio B450C per barre ad aderenza migliorata	8
4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL TERRENO DI FONDAZIONE	9
5. IPOTESI DI CALCOLO	12
5.1. Vita nominale e periodo di ritorno per il calcolo delle azioni.....	12
5.2. Parametri per la definizione dell'azione sismica	12
5.2.1. Parametri di pericolosità sismica	13
5.2.2. Coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica	15
5.3. Parametri e ipotesi per la definizione dell'azione vento	15
6. ANALISI DEI CARICHI	16
6.1. Carichi permanenti (G2)	16
6.2. Azione del vento (Qv)	16
6.2.1. Definizione del sito	16
6.2.2. Velocità di riferimento	17
6.2.3. Coefficiente di esposizione (ce).....	18
6.2.4. Coefficienti aerodinamici per edifici	19
6.3. Azione della neve (Qn).....	20
6.4. Azione termiche (Qt)	21
7. COMBINAZIONE DI CARICO	22
8. VERIFICHE GEOTECNICHE	24
8.1. Strutture di fondazione cabine di campo	24
8.2. Strutture di fondazione armadio power converter	28
8.3. Strutture di fondazione trafo (Juppiter 9000-6000-3000)	32
8.4. Strutture di fondazione unità converter sottostazione SUD	39
8.5. Strutture di fondazione unità storage sottostazione SUD	43
8.6. Strutture di fondazione edificio comandi ausiliari	47
8.7. Strutture della stazione di trasformazione utente (SSE)	51
8.7.1. Edificio sottostazione	51
8.7.1. Trasformatore TA	56

	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-11-r00	Pag. 2
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

8.7.2. Interruttore AT	60
8.7.3. Trasformatore TV	64
8.7.4. Sezionatore di terra tripolare	68
8.7.1. Terminale cavi	72
8.7.1. Vasca trasformatore	76
8.8. Strutture di fondazione torre faro	84

INDICE DELLE FIGURE

<i>Figura 1.1 Planimetria generale di progetto</i>	<i>4</i>
<i>Figura 4.1 – Modello geotecnico 1.</i>	<i>9</i>
<i>Figura 4.2 – Modello geotecnico 2.</i>	<i>9</i>
<i>Figura 4.3 – Modello geotecnico 3.</i>	<i>9</i>
<i>Figura 4.4 – Planimetria delle zone di intervento con indicazione dei modelli geotecnici.</i>	<i>10</i>
<i>Figura 6.1 – Andamento del coefficiente C_e in funzione dell'altezza dal suolo.</i>	<i>19</i>
<i>Figura 6.2 – Andamento del coefficiente C_{pe} per edifici a pianta rettangolare</i>	<i>20</i>
<i>Figura 8.1 – Prospetto e particolari tipologici della fondazione prefabbricata.</i>	<i>24</i>
<i>Figura 8.2 – Pianta platea, assonometria e dati tecnici armadio power converter</i>	<i>28</i>
<i>Figura 8.3 – Planimetria, assonometria e sezioni della fondazione dei trasformatori tipo Juppiter.</i>	<i>32</i>
<i>Figura 8.4 – Dati tecnici unità converter</i>	<i>39</i>
<i>Figura 8.5 – Dati tecnici unità storage</i>	<i>43</i>
<i>Figura 8.6 – Planimetria e sezione longitudinale edificio comandi ausiliari</i>	<i>47</i>
<i>Figura 8.7 – Planimetria della cabina della sottostazione</i>	<i>51</i>
<i>Figura 8.8 – Sezioni della cabina della sottostazione</i>	<i>52</i>
<i>Figura 8.9 – Planimetria degli elementi della sottostazione utente (Nord)</i>	<i>56</i>
<i>Figura 8.10 – Sezione degli elementi della sottostazione utente (Nord)</i>	<i>56</i>
<i>Figura 8.11 – Dati tecnici trasformatore TA.</i>	<i>57</i>
<i>Figura 8.12 – Planimetria degli elementi della sottostazione utente (Nord)</i>	<i>60</i>
<i>Figura 8.13 – Sezione degli elementi della sottostazione utente (Nord)</i>	<i>60</i>
<i>Figura 8.14 – Dati tecnici interruttore tripolare AT.</i>	<i>61</i>
<i>Figura 8.15 – Planimetria degli elementi della sottostazione utente (Nord)</i>	<i>64</i>
<i>Figura 8.16 – Sezione degli elementi della sottostazione utente (Nord)</i>	<i>64</i>
<i>Figura 8.17 – Dati tecnici trasformatore TV</i>	<i>65</i>
<i>Figura 8.18 – Planimetria degli elementi della sottostazione utente (Nord)</i>	<i>68</i>
<i>Figura 8.19 – Sezione degli elementi della sottostazione utente (Nord)</i>	<i>68</i>
<i>Figura 8.20 – Dati tecnici sezionatore tripolare</i>	<i>69</i>
<i>Figura 8.21 – Planimetria degli elementi della sottostazione utente (Nord)</i>	<i>72</i>
<i>Figura 8.22 – Dati tecnici sezionatore tripolare</i>	<i>73</i>
<i>Figura 8.23 – Planimetria della vasca del trasformatore</i>	<i>76</i>
<i>Figura 8.24 – Sezioni vasca trasformatore</i>	<i>76</i>
<i>Figura 8.25 – Dati tecnici trasformatore</i>	<i>77</i>
<i>Figura 8.26 – Caratteristiche dei grigliati</i>	<i>78</i>

	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-11-r00	Pag. 3
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

Figura 8.27 – Tabelle di portata dei grigliati 79

Figura 8.28 – Planimetria e sezione plinto torre faro 84

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 – Parametri di pericolosità sismica per SLV (TR = 332 anni) 15

Tabella 2 - Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni SLU 23

Tabella 3 - Coefficienti Ψ per le azioni variabili..... 23

	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-11-r00	Pag. 4
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

1. PREMESSA

Il progetto in esame è relativo alla realizzazione e messa in esercizio di un impianto agrivoltaico, ovvero un sistema innovativo in cui si implementano la produzione di energia mediante fonti rinnovabili (solare) e la produzione agricola per la generazione di energia elettrica, comprensivo delle opere di connessione, nel territorio comunale di Sassari (SS) in Sardegna, denominato Palmadula, per una potenza nominale installata pari a circa 440 MWp DC ed una potenza in immissione pari a circa 400 MW AC, con rapporto DC/AC di circa 1,10.

L'energia elettrica sarà prodotta da moduli fotovoltaici bifacciali montati su strutture ad inseguimento mono assiale in acciaio. L'impianto sarà anche corredato da un sistema di accumulo elettrochimico da circa 40 MWh. Tutta l'energia elettrica prodotta, al netto dei consumi dei servizi ausiliari, verrà ceduta alla rete.

L'area interessata dall'impianto ha una superficie di circa 1000 ha dislocate sul territorio, come mostra la sottostante figura.



Figura 1.1 Planimetria generale di progetto

	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-11-r00	Pag. 5
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

La presente relazione illustra i calcoli per il dimensionamento delle strutture di fondazioni delle cabine e degli elementi delle sottostazioni.

1.1. Descrizione delle sottostazioni

L'impianto in oggetto ha origine dalla stazione AAT di Terna di Olmedo (attualmente in fase di progettazione) all'interno della quale sarà previsto uno stallo alla tensione di 400kV (punto di connessione dell'impianto alla rete di distribuzione di Terna).

L'impianto in oggetto prevede la realizzazione di due sottostazioni di trasformazione:

Sottostazione sud

E' la sottostazione principale dell'impianto e sarà connessa alla stazione di Olmedo mediante linea in cavo interrato alla tensione di 400kV.

Nella sottostazione sud avviene il primo salto di tensione da 400kV a 150kV mediante due autotrasformatori di potenza 250MVA.

Una linea in cavo interrato alla tensione di 150kV collega la sottostazione sud con la sottostazione nord.

Inoltre in sottostazione sud avviene il secondo salto di tensione da 150kV a 30kV mediante tre trasformatori AT/MT 150/30kV di potenza 100MVA ciascuno con relativo quadro di distribuzione di media tensione dal quale hanno origine le linee per la connessione dei sottocampi.

Infine in sottostazione sud è previsto anche il sistema BESS di potenza 41,25MW e capacità di accumulo di 82,5MW/h.

Sottostazione nord

È la sottostazione di trasformazione secondaria.

In sottostazione nord è prevista l'installazione di un trasformatore AT/MT 150/30kV di potenza 100MVA con relativo quadro di distribuzione di media tensione dal quale hanno origine le linee per la connessione dei sottocampi.

 TECNITALIA	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-11-r00	Pag. 6
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

1.1. Descrizione delle cabine

Cabine di campo: è previsto l'uso di cabine di campo prefabbricate con lo scopo di garantire la protezione dei circuiti di BT ed elevare la tensione da 800Vca a 30kVca. Ciascuna cabina di campo (realizzata con container prefabbricato) contiene:

- Quadro di distribuzione di BT completo di interruttore automatico magnetotermico generale, interruttori automatici magnetotermici per la protezione delle linee verso gli inverter e controllore permanente di isolamento (la rete di BT dell'impianto è gestita come sistema IT)
- Trasformatore elevatore con isolamento in olio tipo ONAN di potenza 9000kVA o 6600kVA (a seconda dei casi) 30/0.8kV
- Quadro MT con cella di arrivo, cella protezione trasformatore con relè di protezione che implementa le funzioni protettive 50-51-51N cella di partenza

Cabina di principale di testa: Consiste di una costruzione in cui sono alloggiati i quadri elettrici MT necessari per l'immissione dell'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico e per il prelievo dell'energia elettrica necessaria alle utenze di servizio sulla rete MT principale, il trasformatore dei servizi ausiliari i quadri elettrici AC per la distribuzione servizi, la stazione meteo, i dispositivi di misura e protezione, le utenze ausiliarie e locali di monitoraggio. Sul quadro MT delle cabine di campo sono installate anche le protezioni di interfaccia.

	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-11-r00	Pag. 7
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Di seguito sono riportati i principali riferimenti normativi applicati nella progettazione delle strutture o comunque di supporto:

- DM 17/01/2018: “Norme tecniche per le costruzioni”, abbreviate nel seguito con l’acronimo “NTC 2018”;
- Circ. 21/01/2019, n. 7 C.S.LL.PP.: “Istruzioni per l’applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni”;
- CNR-DT 207 R1/2018: “Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni”;
- Eurocodice 1 “Actions on structures”;
- Eurocodice 3 “Design of steel structures” - EN 1993-1-1;
- Eurocodice 7 “Geotechnical design”;
- Raccomandazioni sui pali di fondazione – Associazione Geotecnica Italiana – dicembre 1984.

	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-11-r00	Pag. 8
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Per le fondazioni di cabine, trasformatori e componenti delle sotto stazioni si prevede l'impiego di questi materiali:

3.1. Conglomerato cementizio C30/37, per le strutture di fondazione

Classe di consistenza S4, classe di esposizione XF2, rapporto $a/c < 0.45$; $D_{\max} < 32$ mm

Resistenza cubica caratteristica: $R_{ck} = 37 \text{ N/mm}^2$

Resistenza cilindrica caratteristica: $f_{ck} = 30.7 \text{ N/mm}^2$

Modulo elastico: $E_c = 33019 \text{ N/mm}^2$

Peso per unità di volume $\gamma = 25 \text{ KN/m}^3$

3.2. Conglomerato cementizio C12/15, per magrone di fondazione

Classe di consistenza S3, classe di esposizione X0, ; $D_{\max} < 32$ mm

Resistenza cubica caratteristica: $R_{ck} = 15 \text{ N/mm}^2$

Resistenza cilindrica caratteristica: $f_{ck} = 12 \text{ N/mm}^2$

Modulo elastico: $E_c = 27267 \text{ N/mm}^2$

Peso per unità di volume $\gamma = 24 \text{ KN/m}^3$

3.3. Acciaio B450C per barre ad aderenza migliorata

Tensione caratteristica di snervamento: $f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$

Tensione caratteristica di rottura: $f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$

Modulo elastico: $E_s = 210000 \text{ MPa}$

	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-11-r00	Pag. 9
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL TERRENO DI FONDAZIONE

Dal punto di vista geologico-geotecnico l'area di intervento è stata suddivisa in 3 zone caratterizzate da altrettanti modelli stratigrafici e geotecnici.

Lotti SCALA ERRE 1,2 - LIPIANI 1,2,3 - LA CORTE 3 - SE NORD												
Sigla	Prof (m da p.c.)	Descrizione	γ (kN/m³)	IP	OCR	Dr (%)	Sr (%)	c' (kPa)	φ' (°)	Cu (kPa)	E (Mpa)	K (m/s)
Copertura	da 0 a 2.0 m	Limo argilloso sabbioso debolmente ghiaioso mediamente compatto	20,0	20				5-10	28	80-100	15-20	1,00E-08
C1.2	da 2.0 a 10 m	Limo argilloso sabbioso molto compatto con clasti poligenici eterometrici. Presenti depositi di ghiaia e ciottoli in matrice sabbioso limosa mediamente addensati e addensati	19,5	20				10-20	28	100-200	40-50	1,00E-08
Suolo di fondazione TIPO B		Scala Erre 1, 2 Lipiani 1,2,3 SE NORD	Terreni granulari con presenza di clasti poligenici eterometrici; per la presenza di tali clasti è preferibile inserire pali trivellati									
Suolo di fondazione TIPO C		La Corte 3	Verticali indagate: 6									
Falda: Non rilevata (>10 m da p.c.)												

Figura 4.1 – Modello geotecnico 1.

Lotti CANAGLIA 1 - PALMADULA 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10 - LA CORTE 4,5 - SE SUD												
Sigla	Prof (m da p.c.)	Descrizione	γ (kN/m³)	IP	OCR	Dr (%)	Sr (%)	c' (kPa)	φ' (°)	Cu (kPa)	E (Mpa)	K (m/s)
Copertura	da 0 a 1.0 m	Sabbia limoso argillosa debolmente ghiaiosa con clasti poligenici	19,0	12				10-15	26-28	100-150	20	1,00E-08
B2.1	da 1.0 a 10 m	Metareniti, quarziti e metapelti	22,0					30-50	30-35		500	1,00E-08
Suolo di fondazione TIPO B		Canaglia 1 Palmadula 4, 5, 8, 9, 10 SE SUD	Roccia da affiorante a subaffiorante da compatta a fratturata, per tale motivo è preferibile inserire pali trivellati.									
Suolo di fondazione TIPO C		Palmadula 1, 2, 3, 6, 7 La Corte 4, 5	Verticali indagate: 14									
Falda: Non rilevata (>10 m da p.c.)												

Figura 4.2 – Modello geotecnico 2.

Lotti SCALA ERRE 3 - SAN GIORGIO 1 - LA CORTE 1,2												
Sigla	Prof (m da p.c.)	Descrizione	γ (kN/m ³)	IP	OCR	Dr (%)	Sr (%)	c' (kPa)	ϕ (°)	Cu (kPa)	E (Mpa)	K (m/s)
Copertura	da 0 a 2.5 m	Sabbia limosa argillosa debolmente ghiaiosa	19,5	18				10	27	100-120	20-30	1,00E-06
C2.1	da 2.50 a 10 m	Calcarenite fratturata e alterata	20,0	15				20	30-32		75-100	1,00E-04
Suolo di fondazione TIPO B		Scala Erre 3 San Giorgio 1 La Corte 1, 2	Presenza di terreni addensati e più in profondità di roccia alterata e compatta, per tale motivo è preferibile inserire pali trivellati.									
Suolo di fondazione TIPO C		-	Verticali indagate: 5									
Falda: Non rilevata (>10 m da p.c.)												

Figura 4.3 – Modello geotecnico 3.



**Figura 4.4 – Planimetria delle zone di intervento con indicazione dei modelli geotecnici.
modello 1 = azzurro; modello 2 = verde; modello 3 = blu**

 TECNITRA	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-11-r00	Pag. 11
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

Per la verifica geotecnica ai carichi si considerano i valori più sfavorevoli delle tre stratigrafie:

$\phi' = 26^\circ$ $c' = 5 \text{ kPa}$ $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$

La falda si trova ad una profondità superiore ai 10m e pertanto non interferisce con le opere di fondazione.

5. IPOTESI DI CALCOLO

5.1. Vita nominale e periodo di ritorno per il calcolo delle azioni

La vita nominale di progetto della struttura è assunta pari a:

$$V_N = 25 \text{anni.}$$

Il periodo di ritorno per il calcolo delle azioni ambientali (Vento e Neve) sono assunti pari a:

$$T_R = 50 \text{anni.}$$

Il periodo di ritorno dei sovraccarichi e delle azioni climatiche agenti sulla costruzione non è infatti correlato alla vita nominale di progetto delle opere.

Per le azioni ambientali il periodo di riferimento è da assumersi sempre pari a 50anni tranne per le verifiche nelle fasi costruttive, per le quali si può considerare un periodo di ritorno diverso (rif. C2.4.1 della Circolare 21/01/2019 n.7).

5.2. Parametri per la definizione dell'azione sismica

Come definito al punto 2.4.3 delle Norme Tecniche 20018, le azioni sismiche sulla costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U :

$$V_R = V_N \times C_U$$

La vita nominale è assunta pari a $V_N = 25$ anni, mentre il valore del coefficiente d'uso è definito, al variare della classe d'uso, dalla tabella 2.4.II delle Norme Tecniche:

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_U

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Nel caso in esame, essendo la classe d'uso = I (*Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli*), tale coefficiente vale $C_U = 0,7$ e quindi il periodo di riferimento per il calcolo dell'azione sismica è:

$$V_R = \max (35 \text{anni}; V_N \times C_U = 25 \times 0,7 = 17,5 \text{ anni}) = \mathbf{35 \text{ anni}}$$

5.2.1. Parametri di pericolosità sismica

In generale l'azione sismica è definita sul sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione di tre parametri:

- 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 orizzontale.

Tali valori sono calcolati per il territorio italiano peninsulare come media pesata dei valori assunti nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il punto caratterizzante la posizione dell'opera, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici.

Per le isole si fa invece riferimento alla Tabella 2 dell'Allegato B alle norme tecniche per le costruzioni.

In particolare nella Tabella 2, per tutte le isole, con l'esclusione della Sicilia, Ischia, Procida, Capri, vengono forniti i valori di a_g , F_0 , T_C^* (costanti su tutto il territorio di ciascuna isola) per diversi tempi di ritorno dell'azione sismica.

L'accelerazione al sito a_g è espressa in g/10; F_0 è adimensionale, T_C^* è espresso in secondi.

TABELLA 2: Valori di a_g , F_0 , T_C^* per le isole, con l'esclusione della Sicilia, Ischia, Procida e Capri.

Isole	$T_R=30$			$T_R=50$			$T_R=72$			$T_R=101$			$T_R=140$			$T_R=201$			$T_R=475$			$T_R=975$			$T_R=2475$		
	a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*
Arcipelago Toscano, Isole Egadi, Pantelleria, Sardegna , Lampedusa, Linosa, Ponza, Palmarola, Zannone	0,186	2,61	0,273	0,235	2,67	0,296	0,274	2,70	0,303	0,314	2,73	0,307	0,351	2,78	0,313	0,393	2,82	0,322	0,500	2,88	0,340	0,603	2,98	0,372	0,747	3,09	0,401
Ventotene, Santo Stefano	0,239	2,61	0,245	0,303	2,61	0,272	0,347	2,61	0,298	0,389	2,66	0,326	0,430	2,69	0,366	0,481	2,71	0,401	0,600	2,92	0,476	0,707	3,07	0,517	0,852	3,27	0,564
Ustica, Tremiti	0,429	2,50	0,400	0,554	2,50	0,400	0,661	2,50	0,400	0,776	2,50	0,400	0,901	2,50	0,400	1,056	2,50	0,400	1,500	2,50	0,400	1,967	2,50	0,400	2,725	2,50	0,400
Alicudi, Filicudi,	0,350	2,70	0,400	0,558	2,70	0,400	0,807	2,70	0,400	1,020	2,70	0,400	1,214	2,70	0,400	1,460	2,70	0,400	2,471	2,70	0,400	3,212	2,70	0,400	4,077	2,70	0,400
Panarea, Stromboli, Lipari, Vulcano, Salina	0,618	2,45	0,287	0,817	2,48	0,290	0,983	2,51	0,294	1,166	2,52	0,290	1,354	2,56	0,290	1,580	2,56	0,292	2,200	2,58	0,306	2,823	2,65	0,316	3,746	2,76	0,324

Le forme spettrali previste dalle NTC sono caratterizzate da prescelte probabilità di superamento e vite di riferimento. A tal fine occorre fissare:

- la vita di riferimento V_R della costruzione;

	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-11-r00	Pag. 14
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

- le probabilità di superamento nella vita di riferimento P_{VR} associate a ciascuno degli stati limite considerati, per individuare infine, a partire dai dati di pericolosità sismica disponibili, le corrispondenti azioni sismiche.

Tale operazione deve essere possibile per tutte le vite di riferimento e tutti gli stati limite considerati dalle NTC; a tal fine è conveniente utilizzare, come parametro caratterizzante la pericolosità sismica, il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R , espresso in anni. Fissata la vita di riferimento V_R , i due parametri T_R e P_{VR} sono immediatamente esprimibili, l'uno in funzione dell'altro, mediante l'espressione:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})}$$

Considerando lo **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV)**, la probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R vale:

$$P_{VR} = 10\% \text{ per SLV}$$

Quindi per $T_R = 35$ anni si ottiene:

$$TR = 332 \text{ anni}$$

Qualora la attuale pericolosità sismica su reticolo di riferimento non contempli il periodo di ritorno T_R corrispondente alla V_R e alla P_{VR} fissate, il valore del generico parametro $p(a_g, F_0, T^*c)$ ad esso corrispondente potrà essere ricavato per interpolazione, a partire dai dati relativi ai TR previsti nella pericolosità sismica, utilizzando l'espressione seguente:

$$\log(p) = \log(p_1) + \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \times \log\left(\frac{T_R}{T_{R1}}\right) \times \left[\log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right)\right]^{-1}$$

nella quale:

- p è il valore del parametro di interesse corrispondente al periodo di ritorno TR desiderato;
- T_{R1} , T_{R2} sono i periodi di ritorno più prossimi a T_R per i quali si dispone dei valori p_1 e p_2 del generico parametro p .

Eseguendo l'interpolazione fra $T_{R1}=201$ anni e $T_{R2}=475$ anni si ottengono i seguenti parametri di pericolosità sismica per lo SLV - $T_R=332$ anni:

Tabella 1 – Parametri di pericolosità sismica per SLV (TR = 332 anni)

Isola	T _R	ag/g	Fo	Tc*
Sardegna	332	0,045	2,85	0,332

5.2.2. Coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica

Per la definizione dell'azione sismica di progetto occorre determinare anche il coefficiente S che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la seguente relazione:

$$S = S_S \times S_T$$

Il coefficiente di amplificazione stratigrafica S_S ed il coefficiente di amplificazione topografica S_T si ottengono con riferimento alla categoria del sottosuolo e alle condizioni topografiche, secondo le tabelle 3.2.IV e 3.2.V delle Norme Tecniche.

Considerando la categoria di suolo C e la categoria topografica = T1 (*Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$*) si ottiene:

$$S_S = 1,50; S_T = 1,00 \quad \text{da cui: } S = 1,50 \times 1,0 = 1,50$$

Mentre per suolo di categoria B si ottiene:

$$S_S = 1,20; S_T = 1,00 \quad \text{da cui: } S = 1,20 \times 1,0 = 1,20$$

5.3. Parametri e ipotesi per la definizione dell'azione vento

Per il calcolo dell'azione del vento si fa riferimento ai seguenti dati:

Zona = 6 (Sardegna zona Nord-occidentale).

Classe di rugosità del terreno = D (*aree prive di ostacoli o con al più rari ostacoli isolati (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innestate o ghiacciate, ...)*)

Categoria di esposizione = I

	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-11-r00	Pag. 16
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

6. ANALISI DEI CARICHI

6.1. Carichi permanenti (G2)

I carichi permanenti di cabine ed elementi della sottostazione sono valutati in base ai valori indicati nelle schede dei fornitori ed alle dimensioni delle componenti strutturali.

6.2. Azione del vento (Qv)

L'azione del vento è valutata con riferimento al par. 3.3 del D.M. 17 gennaio 2018, alla relativa circolare applicativa e alle CNR-DT 207/2018 - *Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni*.

6.2.1. Definizione del sito

Il sito di intervento si trova in comune di Sassari, nella parte nord-occidentale della Sardegna ricompresa nella **ZONA 6** (Figura 3.3.1 delle NTC2018).



Figura 3.3.1 – Mappa delle zone in cui è suddiviso il territorio italiano

L'**altitudine** massima del sito è **as = 250 m s.l.m.**

La **classe di rugosità del terreno** è **D** (aree prive di ostacoli o con al più rari ostacoli isolati (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, ...))

La **categoria di esposizione** è la **I** (vedi figura riportata qui di seguito).

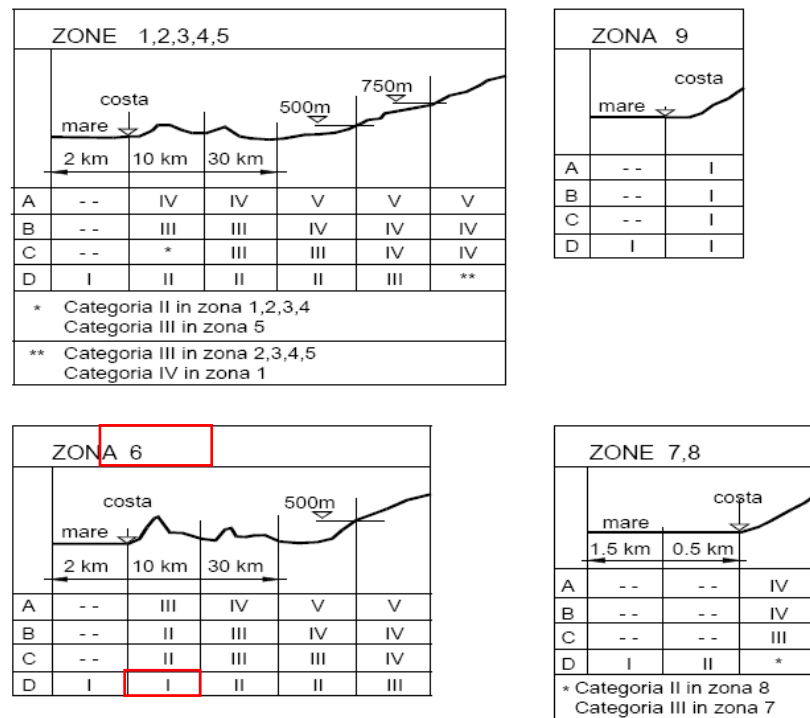


Figura 3.3.2 - Definizione delle categorie di esposizione

6.2.2. Velocità di riferimento

La velocità di riferimento V_r è il valore medio su 10 minuti, a 10m di altezza dal suolo su un terreno pianeggiante e omogeneo di categoria di esposizione, riferito al periodo di ritorno di progetto T_R .

Per le opere in progetto il periodo di ritorno si assume pari a $T_R = 50$ anni.

$$V_r = V_b \times C_r$$

Con C_r coefficiente di ritorno, funzione del periodo di ritorno di progetto T_R :

$$c_r = 0.75 \sqrt{1 - 0.2 \times \ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{T_R} \right) \right]}$$

Assunto T_R pari a 50 anni, si ottiene:

$$C_r = 1,0$$

V_b è la velocità base di riferimento:

$$V_b = V_{b,0} \times C_a$$

Con $V_{b,0} = 28$ m/s per la zona 6 è la velocità base di riferimento al livello del mare assegnata in finzione della zona in cui sorge la costruzione.

 TECNITALIA	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-11-r00	Pag. 18
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

Ca è il coefficiente di altitudine pari a:

$$c_a = 1 \quad \text{per } a_s \leq a_0$$

$$c_a = 1 + k_s \left(\frac{a_s}{a_0} - 1 \right) \quad \text{per } a_0 < a_s \leq 1500 \text{ m}$$

Nel caso in esame, per altitudine $a_s = 250 \text{ m s.l.m.m.} < a_0 = 500 \text{ m s.l.m.m.}$, si ottiene:

$$Ca = 1,00$$

Da cui:

$$Vr = 28 \text{ m/s} \quad \text{Velocità di riferimento per TR = 50 anni}$$

La pressione cinetica di riferimento è data dalla seguente espressione:

$$qr = \frac{1}{2} \rho v_r^2 = 490,0 \text{ N/m}^2$$

con ρ = densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a $1,25 \text{ kg/m}^3$

6.2.3. Coefficiente di esposizione (c_e)

Il coefficiente di esposizione c_e dipende dall'altezza z sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno e dalla categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione. In assenza di analisi specifiche che tengano in conto la direzione di provenienza del vento e l'effettiva scabrezza e topografia del terreno che circonda la costruzione, per altezze sul suolo non maggiori di $z = 200 \text{ m}$, esso è dato dalla formula:

$$c_e(z) = k_r^2 c_t \ln(z/z_0) [7 + c_t \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{\min}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{\min}) \quad \text{per } z < z_{\min}$$

Per categoria di esposizione I si ha:

$$k_r = 0,17 \quad \text{fattore di terreno;}$$

$$z_0 = 0,01 \text{ m} \quad \text{lunghezza di rugosità;}$$

$$z_{\min} = 2 \text{ m} \quad \text{altezza minima.}$$

Inoltre per il coefficiente di topografia, in mancanza di più approfondite valutazioni, il coefficiente di topografia è posto di regola pari a 1 sia per le zone pianeggianti sia per quelle ondulate, collinose e montane:

$$ct = 1.00 \quad \text{Coefficiente di topografia}$$

Da cui il coefficiente di esposizione $ce(z)$ assume i seguenti valori al variare dell'altezza z di riferimento:

z [m]	$Ce(z)$
0	1,883
2,0	1,883
2,5	1,998
3,0	2,094
3,5	2,177
4,0	2,250
4,5	2,315
5,0	2,373
5,5	2,427
6,0	2,477
6,5	2,523
7,0	2,566
7,5	2,606
8,0	2,644
8,5	2,679
9,0	2,713
9,5	2,746
10,0	2,776
10,5	2,806
11,0	2,834
11,5	2,861

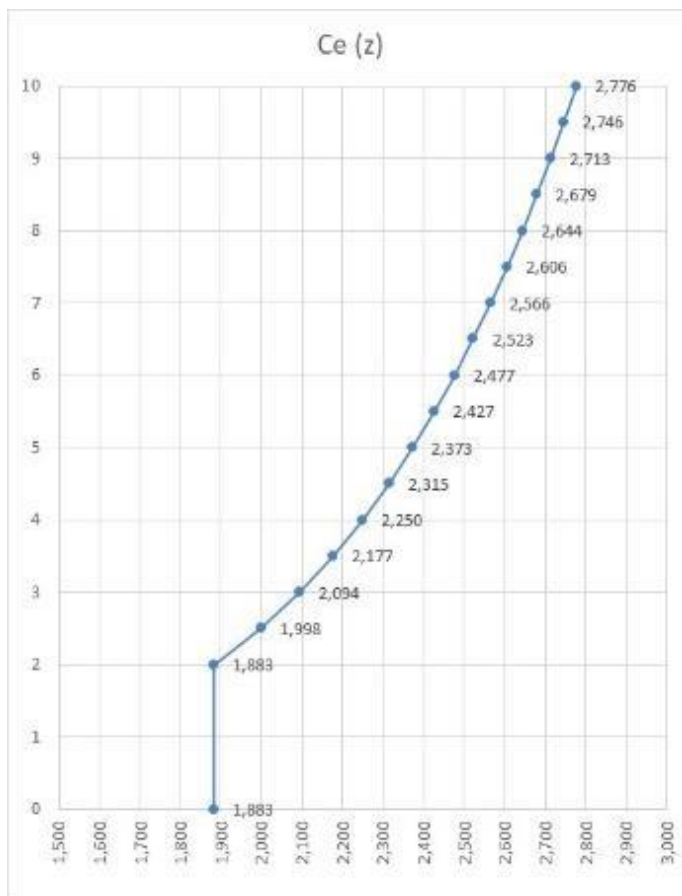


Figura 6.1 – Andamento del coefficiente Ce in funzione dell'altezza dal suolo.

6.2.4. Coefficienti aerodinamici per edifici

Per la determinazione dei coefficienti di forma per edifici a pianta rettangolare si fa riferimento al paragrafo G.2 della Circolare CNR-DT 207/2008, ripresi dal paragrafo C3.3.8.1 della Circ. 21/01/2019, n. 7:

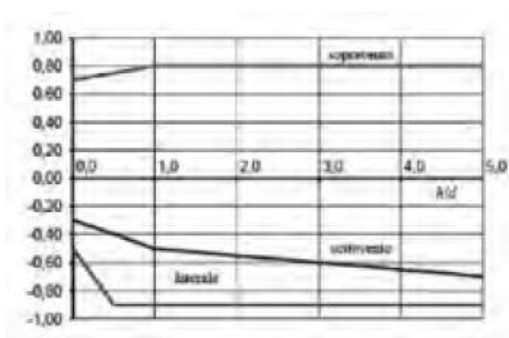
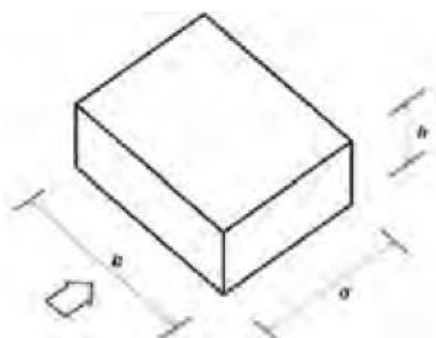


Tabella C3.3.I: Edifici a pianta rettangolare: c_{pe} per facce sopravvento, sottovento e laterali

Faccia sopravvento	$C_U = 2,0$	$C_U = 1,5$
$h/d \leq 1$: $c_{pe} = 0,7 + 0,1 \cdot h/d$	$h/d \leq 0,5$: $c_{pe} = -0,5 - -0,8 \cdot h/d$	$h/d \leq 1$: $c_{pe} = -0,3 - 0,2 \cdot h/d$
$h/d > 1$: $c_{pe} = 0,8$	$h/d > 0,5$: $c_{pe} = -0,9$	$1 < h/d \leq 5$: $c_{pe} = -0,5 - 0,05 \cdot (h/d - 1)$

Figura 6.2 – Andamento del coefficiente C_{pe} per edifici a pianta rettangolare

A favore di sicurezza di assume comunque:

$c_{pe} = 0.8$ per le facce sopravvento

$c_{pe} = -0.4$ per le facce sottovento

$c_{pe} = 0.10$ per l'azione radente in copertura

6.3. Azione della neve (Q_n)

Secondo il par. 3.4 del DM 17.01.2018 (NTC) il carico neve va valutato con la seguente espressione:

Il carico provocato dalla neve sulle coperture sarà valutato mediante la seguente espressione:

$$q_s = q_{sk} \cdot \mu_i \cdot C_E \cdot C_t \quad [3.4.1]$$

dove:

q_{sk} è il valore di riferimento del carico della neve al suolo, di cui al § 3.4.2;

μ_i è il coefficiente di forma della copertura, di cui al § 3.4.3;

C_E è il coefficiente di esposizione di cui al § 3.4.4;

C_t è il coefficiente termico di cui al § 3.4.5.

Si assume che il carico della neve agisca in direzione verticale e lo si riferisce alla proiezione orizzontale della superficie della copertura.

$$q_s = q_{sk} \mu_i C_E C_t$$

dove:

q_s è il carico neve sulla copertura;

	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-11-r00	Pag. 21
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

q_{sk} è il valore di riferimento del carico neve al suolo [kN/m²], fornito al § 3.4.2 delle NTC per un periodo di ritorno di 50anni;

μ_i è il coefficiente di forma della copertura, fornito al par. 3.4.3 delle NTC;

C_E è il coefficiente di esposizione di cui al § 3.4.4 delle NTC. $C_E = 1,0$ per classe di topografia normale;

C_t è il coefficiente termico di cui al § 3.4.5 delle NTC. Si assume $C_t = 1,0$.

Si ipotizza che il carico agisca in direzione verticale e lo si riferisce alla proiezione orizzontale della superficie della copertura.

Per la zona III a quota $a_s = 250$ m s.l.m. (superiore a 200 m s.l.m.) il valore di riferimento risulta:

$$q_{sk} = 0,51 [1+(a_s/481)^2] = 0,65 \text{ kN/m}^2$$

Per coperture ad una o due falde il valore del coefficiente di forma dipende dall'angolo α , espresso in gradi sessagesimali, formato dalla falda con l'orizzontale (vedi Tabella 3.4.II delle NTC).

Tab. 3.4.II – Valori del coefficiente di forma

Coefficiente di forma	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
μ_1	0,8	$0,8 \cdot \frac{(60 - \alpha)}{30}$	0,0

Per $\alpha = 5^\circ \leq 30^\circ$ il coefficiente di forma vale $\mu_1 = 0,8$, per cui si ottiene:

$$q_s = 0,8 \times 0,65 \times 1,0 \times 1,0 \cong 0,52 \text{ kN/m}^2$$

Tale carico è applicato sulla proiezione orizzontale della copertura.

6.4. Azione termiche (Q_t)

Le azioni dovute alle variazioni termiche non inducono sollecitazioni sulle strutture di sostegno e pertanto vengono trascurate.

 TECNIPAR	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-11-r00	Pag. 22
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

7. COMBINAZIONE DI CARICO

Le combinazioni di carico SLU statiche sono ottenute mediante diverse combinazioni dei carichi permanenti ed accidentali, in modo da considerare tutte le situazioni più sfavorevoli agenti sulla struttura.

I carichi vengono applicati mediante opportuni coefficienti parziali di sicurezza, considerando l'eventualità più gravosa per la struttura.

Combinazioni per verifiche agli stati limite ultimi (SLU)

Ai fini delle verifiche SLU si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni.

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Comb. fondamentali (SLU)

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

Comb. sismiche (SLV)

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

Comb. eccezionali (ECC)

Combinazioni per verifiche agli stati limite di esercizio (SLE)

Ai fini delle verifiche SLE si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni.

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazioni caratteristiche (RARE)

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazioni frequenti (FREQ)

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Comb. quasi permanenti (QP)

 TECNITALIA	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-11-r00	Pag. 23
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

I valori dei coefficienti di combinazione γ e Ψ sono riportati nelle seguenti tabelle desunte dalla NTC2018 cap. 2.

Tabella 2 - Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni SLU

G1	Carichi permanenti (peso proprio)	γ_{G1}	1,30 sfavorevole
			1,00 favorevole
G2	Sovraccarichi permanenti (permanenti non strutturali)	γ_{G2}	1,50 sfavorevole
			0,80 favorevole
Qv, Qn, Qt	Sovraccarichi variabili (Vento, Neve, Variazioni termiche)	γ_{Q1}	1,50 sfavorevole
		γ_{Q2} γ_{Q3}	0,00 favorevole

Tabella 3 - Coefficienti Ψ per le azioni variabili

Azione		Coefficiente Ψ_0	Coefficiente Ψ_1 (frequente)	Coefficiente Ψ_2 (quasi permanente)
Qv	Vento	0,6	0,2	0,0
Qn	Neve	0,5	0,2	0,0
Qt	Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-11-r00	Pag. 24
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

8. VERIFICHE GEOTECNICHE

Si riportano nelle pagine seguenti le verifiche geotecniche (ribaltamento, scorrimento e capacità portante) per le fondazioni dei vari elementi per le combinazioni di carico più gravose.

Considerando il valore di sismicità del sito di progetto, spesso risultano più gravose le verifiche per le sollecitazioni dovute all'azione del vento e sono quindi esposte solo quelle verifiche in quanto più significative.

8.1. Strutture di fondazione cabine di campo

È prevista l'installazione di tre tipologie di cabine di campo a struttura prefabbricata con fondazione in vasca passa-cavi ad elementi prefabbricati.

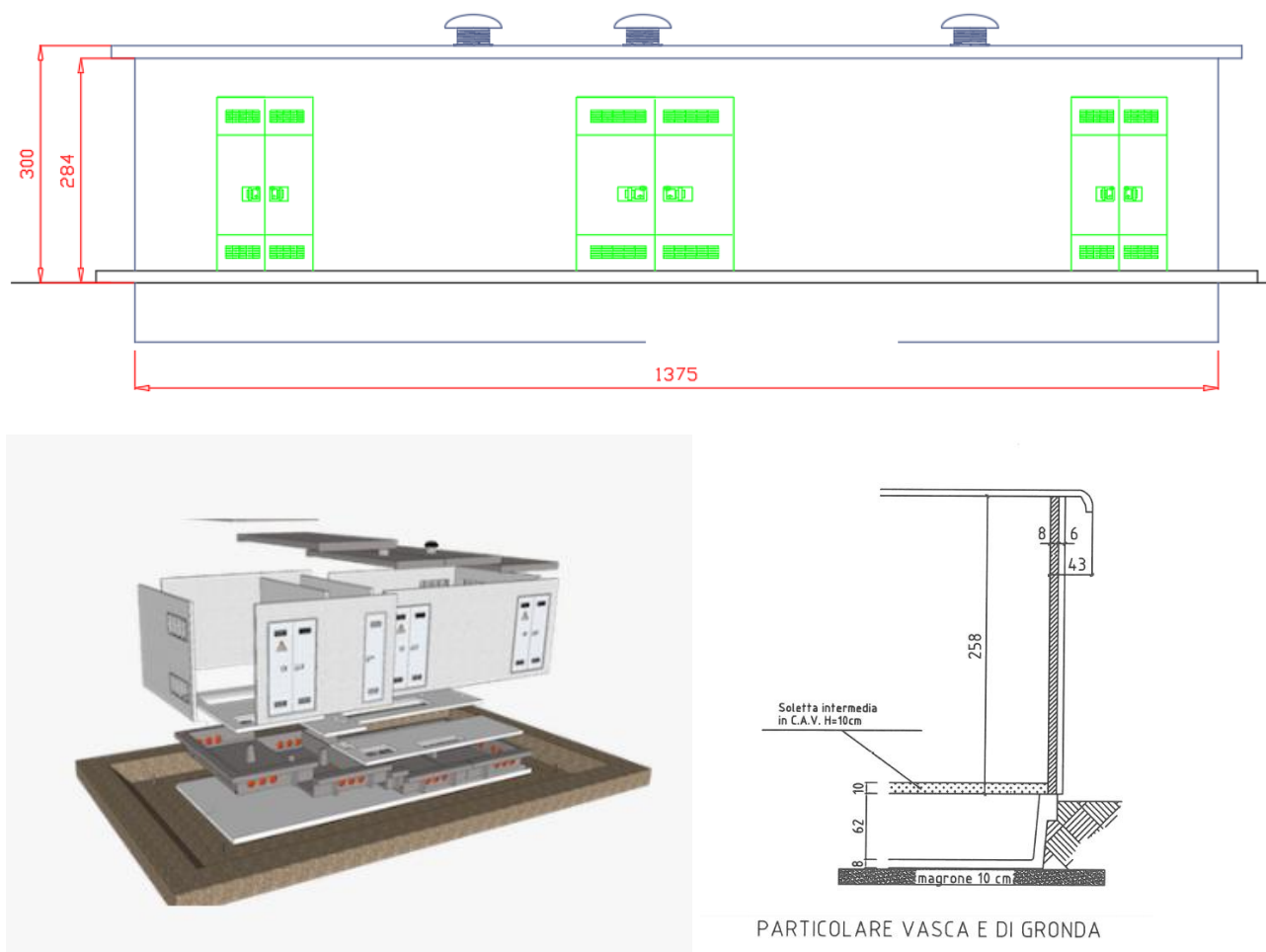


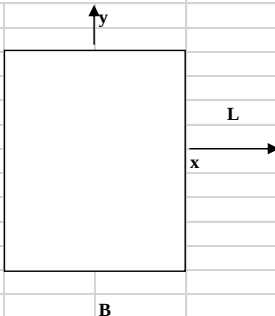
Figura 8.1 – Prospetto e particolari tipologici della fondazione prefabbricata.

Dimensioni cabina [m]					
larghezza Lx	4.00				
lunghezza Ly	13.75				
larghezza copertura Lcopx	4.60				
larghezza copertura Lcopy	14.35				
Altezza estradosso copertura da piano campagna	3.00				
Dimensioni platea [m]					
spessore ricoprimento	0.70				
larghezza Lx	4.00				
lunghezza Ly	13.75				
spessore	0.10				
Analisi dei carichi (valori caratteristici)					
	kN/mq	mq		kN	H appl. [m]
G1 + G2 copertura	5.50	66.01	=>	363.06	3.00
G1 + G2 pareti e macchinari	2.00	55.00	=>	110.00	1.50
G1 pavimento	2.50	55.00	=>	137.50	0.10
G1 platea	2.50	55.00	=>	137.50	
G2 riempimento	0.00	55.00	=>	0.00	
	kN/mq	μ		kN	
Valore di riferimento neve	0.65	0.80	=>	34.33	
		mq		kN	
Carico per uso cabina	2.00	66.01	=>	132.02	
			0.80	-0.40	0.10
	kN/mq	c _t	sopravento	sottovento	radente
Valore di riferimento vento	0.50	1.80	0.72	-0.36	0.09
Ordinata massima spettro SLV (adimensionale su g)	0.050				
Calcolo delle azioni (azioni SLU e SLV)					
	Risultante [kN]	H appl. su fond. [m]	Mrib [kN m]		
Risultante vento copertura	5.94	3.70	21.98	21.98	
Risultante vento dir X	44.55	2.20	98.01		
Risultante vento dir Y	12.96	2.20		28.51	
			119.99	50.49	
Risultante sisma G1+G2 copertura	18.15	3.70	67.17		
Risultante sisma cabina	5.50	2.20	12.10		
Risultante sisma pavimento	6.88	0.80	15.13		
			94.39		

	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-11-r00	Pag. 26
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

Verifica a ribaltamento per vento (SLU)				
La verifica a ribaltamento più sfavorevole è con vento in direzione X				
	Risultante [kN]		H appl. su imposta [m]	
Risultante vento copertura	8.91		3.80	33.86
Risultante vento dir X	66.83		2.30	153.70
				187.56
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	braccio [m]	M _{stab} [kN m]
G1 + G2 copertura	471.97	100%	2.00	943.94
G1 + G2 pareti cabina	143.00	100%	2.00	286.00
G1 platea	178.75	100%	2.00	357.50
G2 riempimento	0.00	0%	2.00	0.00
				1587.44
		M _{Sd} /M _{stab} =	8.46	> 1.0 OK
Verifica a scorrimento per vento (SLU)				
Azioni sollecitanti			[kN]	
Risultante vento copertura			8.91	
Risultante vento dir X			66.83	
			75.74	
	F _{Sd}	17	F _{stab}	0.20
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	[kN]	
G1 + G2 copertura	363.06	100%	72.77	
G1 + G2 pareti chiosco	110.00	100%	22.05	
G1 platea	137.50	100%	27.56	
G2 riempimento	0.00	0%	0.00	
			122.37	
		F _{Sd} /F _{stab} =	1.62	> 1.1 OK

	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-11-r00	Pag. 27
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DELLE FONDAZIONI DIRETTE COMBINAZIONE					VENTO
<u>Dimensioni del plinto</u>					
B =	4.00	m			
L =	13.75	m			
spessore ricoprim	0.70	m			
spessore fondaz	0.10	m			
D =	0.80	m	profondità del piano di fondazione		
<u>Sollecitazioni SLU alla base del plinto</u>					
N =	1170.50	kN			
V _x =	75.74	kN			
V _y =	0.00	kN			
M _{xx} =	0.00	kNm			
M _{yy} =	187.56	kNm			
<u>Caratteristiche del terreno</u>					
Terreno immerso [s/n] =	NO				
γ =	19.0	kN/m3	peso specifico del terreno posto sopra il piano di fondazione		
γ' =	19.0	kN/m3			
γ ₂ =	19.0	kN/m3			
γ ₂ ' =	19.0	kN/m3			
φ =	26	°			
c' =	0	kN/m2			
<u>Calcolo della capacità portante</u>					
F =	75.74	kN			
F/N =	0.06				
e _x =	0.16	m	e _y =	0.00	m
B' =	3.68	m	L' =	13.75	m
q = γ' D =	15.2	kN/m2			
<u>Fattori di capacità portante (Vesic, 1975):</u>					
N _c =	22.25				
N _q =	11.85				
N _γ =	12.54				
<u>Fattori di forma della fondazione (De Beer, 1967):</u>					
s _c =	1.05				
s _q =	1.13				
s _γ =	0.89				
<u>Fattore di inclinazione del carico (Vesic, 1970):</u>					
i _c =	0.88	m =	1.79		
i _q =	0.89				
i _γ =	0.83				
q _{lim} =	506	kN/m2			
N _{lim} =	25 575	kN			
γ _{R3} =	2.3				
N _{Rd} = N _{lim} /γ _{R3} =	11119.6				
F _s = N _{Rd} / N =	9.50	ok			

8.2. Strutture di fondazione armadio power converter



SUNGROW
Clean power for all

Type designation	ST2752UX
Battery Data	
Cell type	LFP
Battery capacity (BOL)	2752 kWh
System output voltage range	1160 ~ 1500 V
General Data	
Dimensions of battery unit (W * H * D)	9340*2600*1730mm
Weight of battery unit	26,400kg
Degree of protection	IP34
Operating temperature range	-30 to 50 °C (> 45 °C derating)
Relative humidity	0 – 95 % (non-condensing)
Max. working altitude	3000 m
Cooling concept of battery chamber	Liquid cooling
Fire safety	Fused sprinkler heads, NFPA 69 explosion prevention and ventilation IDLH gases
Communication interfaces	RS485, Ethernet
Communication protocols	Modbus RTU, Modbus TCP
Compliance	CE, IEC 62477-1, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-4, IEC 62619
2 HOURS APPLICATION-ST2752UX*4-5000UD-MV	
BOL kWh (DC/AC LV Side)	11,008 kWh DC / 10,379 kWh AC
ST2752UX Quantity	4
PCS Model	SC5000UD-MV
4 HOURS APPLICATION-ST2752UX*8-5000UD-MV	
BOL kWh (DC/AC LV Side)	22,016 kWh / 21,448 kWh
ST2752UX Quantity	8
PCS Model	SC5000UD-MV
Grid Connection Data	
Max.THD of current	< 3 % (at nominal power)
DC component	< 0.5 % (at nominal power)
Power factor	> 0.99 (at nominal power)
Adjustable power factor	1.0 leading – 1.0 lagging
Nominal grid frequency	50 / 60 Hz
Grid frequency range	45 – 55 Hz / 55 – 65 Hz
Transformer	
Transformer rated power	5,000 kVA
LV/MV voltage	0.9 kV / 33 kV
Transformer cooling type	ONAN (Oil Natural Air Natural)
Oil type	Mineral oil (PCB free) or degradable oil on request

Figura 8.2 – Pianta platea, assonometria e dati tecnici armadio power converter

	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-11-r00	Pag. 29
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

Dimensioni armadio [m]					
larghezza Lx	1.70	Lx < Ly			
lunghezza Ly	9.35				
larghezza copertura Lcopx	1.70				
larghezza copertura Lcopy	9.35				
Altezza estradosso copertura da piano campagna	2.60				
Dimensioni platea [m]					
distanza da pavimento a estradosso platea	0.00				
larghezza Lx	2.30				
lunghezza Ly	9.95				
spessore	0.30				
Analisi dei carichi (valori caratteristici)					
	kN/mq	mq		kN	H appl. [m]
G1 armadio				264.00	1.30
G1 platea	7.50	22.89	=>	171.64	
	kN/mq	μ	kN/mq	kN	
Valore di riferimento neve	0.65	0.80	0.52	8.27	1.30
		mq		kN	
Carico per manutenzione	1.00	15.90	=>	15.90	
			0.80	-0.40	0.10
	kN/mq	c _t	sopravento	sottovento	radente
Valore di riferimento vento	0.50	1.80	0.72	-0.36	0.09
Ordinata massima spettro SLV (adimensionale su g)	0.050				
Calcolo delle azioni (azioni caratteristiche e SLV)					
	Risultante [kN]	H appl. su fond. [m]	Mrib [kN m]		
Risultante vento copertura	1.43	2.60	3.72	3.72	
Risultante vento dir X	26.25	1.30	34.13		
Risultante vento dir Y	4.77	1.30		6.21	
			37.85	9.93	
Risultante sisma armadio	13.20	1.30	17.16		
			17.16		

	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-11-r00	Pag. 30
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

Verifica a ribaltamento per vento (SLU)

La verifica a ribaltamento più sfavorevole è con vento in direzione X

	Risultante [kN]		H appl. su imposta [m]		
Risultante vento copertura	2.15		2.90	6.22	
Risultante vento dir X	39.38		1.60	63.01	
				69.23	
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	braccio [m]	M _{stab} [kN m]	
G1 + G2 armadio	343.20	100%	1.15	394.68	
G1 platea	223.13	100%	1.15	256.60	
				651.28	
		M _{Sd} /M _{stab} =	9.41	> 1.0 OK	

Verifica a scorrimento per vento (SLU)

Azioni sollecitanti			[kN]		
Risultante vento copertura			2.15		
Risultante vento dir X			39.38		
			41.53		
	F _{Sd}	17	F _{stab}	0.20	
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	[kN]		
G1 + G1 armadio	343.20	100%	68.79		
G1 platea	223.13	100%	44.72		
			113.51		
		F _{Sd} /F _{stab} =	2.73	> 1.1 OK	

	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-11-r00	Pag. 31
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DELLE FONDAZIONI DIRETTE COMBINAZIONE				VENTO
				y
<u>Dimensioni del plinto</u>				
B =	2.30	m		
L =	9.95	m		
spessore ricoprim	0	m		
spessore fondaz	0.30	m		
D =	0.30	m	profondità del piano di fondazione	
<u>Sollecitazioni SLU alla base del plinto</u>				
N =	602.57	kN		
V _x =	13.20	kN		
V _y =	3.96	kN		
M _{xx} =	6.34	kNm		
M _{yy} =	21.12	kNm		
<u>Caratteristiche del terreno</u>				
Terreno immerso [s/n] =	NO			
γ =	19.0	kN/m3	peso specifico del terreno posto sopra il piano di fondazione	
γ' =	19.0	kN/m3		
γ ₂ =	19.0	kN/m3		
γ ₂ ' =	19.0	kN/m3		
φ =	26	°		
c' =	0	kN/m2		
<u>Calcolo della capacità portante</u>				
F =	13.78	kN		
F/N =	0.02			
e _x =	0.04	m	e _y =	0.01
B' =	2.23	m	L' =	9.93
q = γ' D =	5.7	kN/m2	22.14061	
Fattori di capacità portante (Vesic, 1975):				
N _c =	22.25			
N _q =	11.85			
N _γ =	12.54			
Fattori di forma della fondazione (De Beer, 1967):				
S _c =	1.04			
S _q =	1.11			
S _γ =	0.91			
Fattore di inclinazione del carico (Vesic, 1970):				
i _c =	0.96	m =	1.82	
i _q =	0.96			
i _γ =	0.94			
q _{lim} =	298	kN/m2		
N _{lim} =	6 607	kN		
γ _{R3} =	2.30			
N _{Rd} = N _{lim} /γ _{R3} =	2872.4			
F _s = N _{Rd} / N =	4.77	ok		

 TECINTAL	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-11-r00	Pag. 32
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

8.3. Strutture di fondazione trafo (Juppiter 9000-6000-3000)

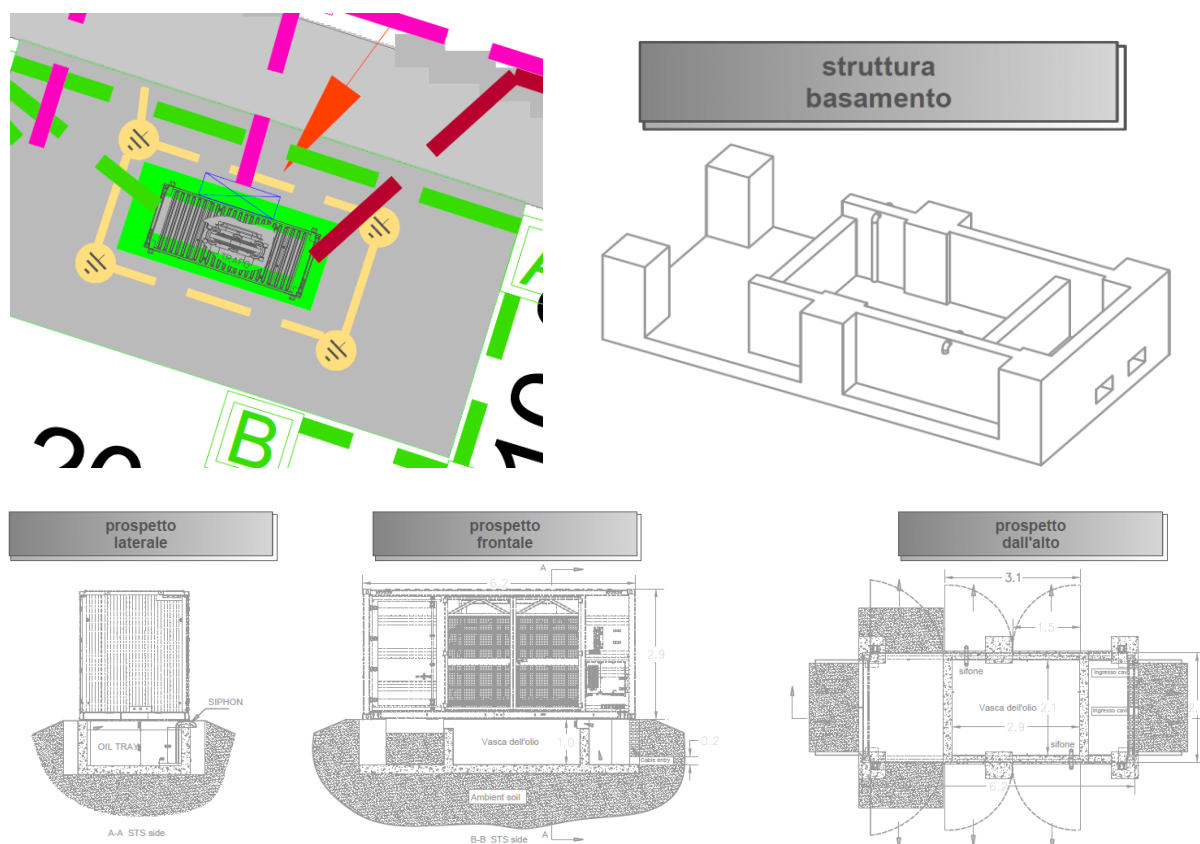


Figura 8.3 – Planimetria, assonometria e sezioni della fondazione dei trasformatori tipo Juppiter.

La verifica più gravosa per scorrimento e ribaltamento è per il trafo Juppiter 3000K (peso 15 tons, quella più gravosa a capacità portante è per il trafo Juppiter 9000K (peso 28 tons).

	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-11-r00	Pag. 33
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

Dimensioni trasformatore Juppiter 3000 [m]					
larghezza Lx	2.50	Lx < Ly			
lunghezza Ly	6.20				
Altezza trasformatore da piano campagna	2.90				
Dimensioni platea [m]					
larghezza Lx	3.00				
lunghezza Ly	6.70				
spessore	0.20				
profondità piano di posa	1.20				
Analisi dei carichi (valori caratteristici)					
	kN/mq	mq		kN	H appl. [m]
Peso macchinari				150.00	1.45
G1 platea	5.00	20.10	=>	100.50	
G1 pareti perimetrali (H 1.00 m)	25.00	3.88	=>	97.00	
G1 pareti supporto trasformatore (H 1.00 m)	25.00	1.20	=>	30.00	
				0.80	-0.40
					0.10
	kN/mq	c _t	sopravento	sottovento	radente
Valore di riferimento vento	0.50	1.80	0.72	-0.36	0.09
Ordinata massima spettro SLV (adimensionale su g)	0.05				
Calcolo delle azioni (azioni caratteristiche e SLV)					
	Risultante [kN]	H _{appl.} su fond. [m]	M _{rib} [kN m]		
Ris. vento su trasformatore (sup. 6.20x2.90) dir X	19.42	2.45	47.58		
			47.58		
Ris. vento su trasformatore (sup. 2.5x2.90) dir Y	7.83	2.45	19.18		
			19.18		
Risultante sisma su trasformatore	7.50	2.45	18.38		
			18.38		

	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-11-r00	Pag. 34
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

Verifica a ribaltamento per vento (SLU)				
La verifica a ribaltamento più sfavorevole è con vento in direzione X				
	Risultante [kN]		H appl. su imposta [m]	
Ris. vento su trasformatore (sup. 6.20x2.90) dir X	29.13		2.65	77.19
				77.19
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	braccio [m]	M _{stab} [kN m]
Peso macchinari	195.00	100%	1.50	292.50
G1 platea	130.65	100%	1.50	195.98
G1 pareti perimetrali (H 1.00 m)	126.10	100%	1.50	189.15
G1 pareti supporto trasformatore (H 1.00 m)	39.00	100%	1.50	58.50
Sottospinta idraulica	0.00	100%	1.50	0.00
				736.13
		M _{Sd} /M _{stab} =	9.54	> 1.0 OK
Verifica a scorrimento per vento (SLU)				
Azioni sollecitanti			[kN]	
Ris. vento su trasformatore (sup. 6.20x2.90) dir X			29.13	
			29.13	
	F _{Sd}	17	F _{stab}	0.20
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	[kN]	
Peso macchinari	195.00	100%	39.08	
G1 platea	130.65	100%	26.19	
G1 pareti perimetrali (H 1.00 m)	126.10	100%	25.27	
G1 pareti supporto trasformatore (H 1.00 m)	39.00	100%	7.82	
G1 pareti supporto grigliati (H 0.60 m)	0.00	100%	0.00	
G2 grigliati	0.00	0%	0.00	
Sottospinta idraulica	0.00	100%	0.00	
			98.36	
		F _{Sd} /F _{stab} =	3.38	> 1.1 OK

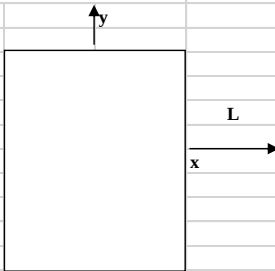
	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-11-r00	Pag. 36
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

Dimensioni trasformatore Juppiter 9000 [m]					
larghezza Lx	2.50	Lx < Ly			
lunghezza Ly	6.20				
Altezza trasformatore da piano campagna	2.90				
Dimensioni platea [m]					
larghezza Lx	3.00				
lunghezza Ly	6.70				
spessore	0.20				
profondità piano di posa	1.20				
Analisi dei carichi (valori caratteristici)					
	kN/mq	mq		kN	H appl. [m]
Peso macchinari				280.00	1.45
G1 platea	5.00	20.10	=>	100.50	
G1 pareti perimetrali (H 1.00 m)	25.00	3.88	=>	97.00	
G1 pareti supporto trasformatore (H 1.00 m)	25.00	1.20	=>	30.00	
				0.80	-0.40
					0.10
	kN/mq	c _t	sopravento	sottovento	radente
Valore di riferimento vento	0.50	1.80	0.72	-0.36	0.09
Ordinata massima spettro SLV (adimensionale su g)	0.05				
Calcolo delle azioni (azioni caratteristiche e SLV)					
	Risultante [kN]	H _{appl.} su fond. [m]	M _{rib} [kN m]		
Ris. vento su trasformatore (sup. 6.20x2.90) dir X	19.42	2.45	47.58		
			47.58		
Ris. vento su trasformatore (sup. 2.5x2.90) dir Y	7.83	2.45	19.18		
			19.18		
Risultante sisma su trasformatore	14.00	2.45	34.30		
			34.30		

	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-11-r00	Pag. 37
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

Verifica a ribaltamento per vento (SLU)				
La verifica a ribaltamento più sfavorevole è con vento in direzione X				
	Risultante [kN]		H appl. su imposta [m]	
Ris. vento su trasformatore (sup. 6.20x2.90) dir X	29.13		2.65	77.19
				77.19
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	braccio [m]	Mstab [kN m]
Peso macchinari	364.00	100%	1.50	546.00
G1 platea	130.65	100%	1.50	195.98
G1 pareti perimetrali (H 1.00 m)	126.10	100%	1.50	189.15
G1 pareti supporto trasformatore (H 1.00 m)	39.00	100%	1.50	58.50
				989.63
		MSd/Mstab =	12.82	> 1.0 OK
Verifica a scorrimento per vento (SLU)				
Azioni sollecitanti			[kN]	
Ris. vento su trasformatore (sup. 6.20x2.90) dir X			29.13	
			29.13	
	F _{Sd}	17	F _{stab}	0.20
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	[kN]	
Peso macchinari	364.00	100%	72.95	
G1 platea	130.65	100%	26.19	
G1 pareti perimetrali (H 1.00 m)	126.10	100%	25.27	
G1 pareti supporto trasformatore (H 1.00 m)	39.00	100%	7.82	
			132.23	
		F _{Sd} /F _{stab} =	4.54	> 1.1 OK

	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-11-r00	Pag. 38
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DELLE FONDAZIONI DIRETTE COMBINAZIONE										VENTO
<u>Dimensioni del plinto</u>										
B =	2.50	m								
L =	6.20	m								
spessore ricoprim	0	m								
spessore fondaz	0.20	m								
D =	1.20	m	profondità del piano di fondazione							
<u>Sollecitazioni SLU alla base del plinto</u>										
N =	610.35	kN	Azione assiale							
SI N =	563.85	kN	Azione assiale depurata della sottospinta						B	
V _x =	52.43	kN								
V _y =	0.00	kN								
M _{xx} =	0.00	kNm								
M _{yy} =	138.94	kNm								
<u>Caratteristiche del terreno</u>										
Terreno immerso [s/n] =	SI									
γ =	20.5	kN/m3	peso specifico del terreno posto sopra il piano di fondazione							
γ' =	10.5	kN/m3								
γ ₂ =	20.5	kN/m3								
γ ₂ ' =	10.5	kN/m3								
φ =	38	°								
c' =	0	kN/m2								
<u>Calcolo della capacità portante</u>										
F =	52.43	kN								
F/N =	0.09									
e _x =	0.25	m	e _y =	0.00	m					
B' =	2.01	m	L' =	6.20	m					
q = γ' D =	12.6	kN/m2								
<u>Fattori di capacità portante (Vesic, 1975):</u>										
N _c =	61.35									
N _q =	48.93									
N _γ =	78.02									
<u>Fattori di forma della fondazione (De Beer, 1967):</u>										
S _c =	1.06									
S _q =	1.25									
S _γ =	0.87									
<u>Fattore di inclinazione del carico (Vesic, 1970):</u>										
i _c =	0.84		m =	1.76						
i _q =	0.84									
i _γ =	0.76									
q _{lim} =	1 198	kN/m2								
N _{lim} =	14 906	kN								
γ _{R3} =	2.3									
N _{Rd} = N _{lim} /γ _{R3} =	6481.1									
F _s = N _{Rd} / N =	11.49	ok								

8.4. Strutture di fondazione unità converter sottostazione SUD



Type Designation	SC2750UD-MV	SC3150UD-MV	SC3450UD-MV
DC side			
Max. DC voltage		1500 V	
Min. DC voltage	800 V	915 V	1000 V
DC voltage range	800 – 1500 V	915 – 1500 V	1000 – 1500 V
Max. DC current		1935 A * 2	
No. of DC inputs		2	
AC side (Grid)			
AC output power	2750 kVA @ 45 °C 3025 kVA @ 30 °C	3150 kVA @ 45 °C 3465 kVA @ 30 °C	3450 kVA @ 45 °C 3795 kVA @ 30 °C
Converter port max. AC output current		1587 A*2	
Converter port nominal AC voltage	550 V	630 V	690 V
Converter port AC voltage range	484 – 605 V	554 – 693 V	607 – 759 V
Nominal grid frequency / Grid frequency range		50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz	
Harmonic (THD)		< 3 % (at nominal power)	
Power factor at nominal power / Adjustable power factor		>0.99 / 1 leading – 1 lagging	
Adjustable reactive power range		-100 % – 100 %	
Feed-in phases / AC connection		3 / 3	
AC side (Off-Grid)			
Converter port nominal AC voltage	550 V	630 V	690 V
Converter port AC voltage range	484 – 605 V	554 – 693 V	607 – 759 V
AC voltage Distortion		< 3 % (Linear load)	
DC voltage component		< 0.5 % Un (Linear balance load)	
Unbalance load Capacity		100%	
Nominal frequency / Frequency range		50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz	
Efficiency			
Converter max. efficiency		99%	
Transformer			
Transformer rated power	2750 kVA	3150 kVA	3450 kVA
Transformer max. power	3025 kVA	3465 kVA	3795 kVA
LV / MV voltage	0.55 kV / 20 – 35 kV	0.63 kV / 20 – 35 kV	0.69 kV / 20 – 35 kV
Transformer vector		Dy11	
Transformer cooling type		ONAN	
Oil type		Mineral oil (PCB free) or degradable oil on request	
Protection			
DC input protection		Load break switch + fuse	
Converter output protection		Circuit breaker	
AC output protection		Circuit breaker	
Surge protection		DC Type II / AC Type II	
Grid monitoring / Ground fault monitoring		Yes / Yes	
Insulation monitoring		Yes	
Overheat protection		Yes	
General Data			
Dimensions (W*H*D)		6058*2896*2438 mm	
Weight		16000 kg	
Degree of protection		IP54 (Converter: IP65)	
Operating ambient temperature range		-35 to 60 °C (> 45 °C derating)	
Allowable relative humidity range		0 – 100 %	
Cooling method		Temperature controlled forced air cooling	
Max. operating altitude		4000 m (> 2000 m derating)	
Display		LED, WEB HMI	
Communication		RS485, CAN, Ethernet	
Compliance		CE, IEC 62477-1, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-4	
Grid support		L/HVRT, FRT, active & reactive power control and power ramp rate control, Volt-var, Volt-watt, Frequency-watt	

Figura 8.4 – Dati tecnici unità converter

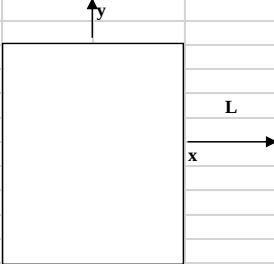
	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-11-r00	Pag. 40
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

Dimensioni converter [m]					
larghezza Lx	2.90	Lx < Ly			
lunghezza Ly	6.00				
larghezza copertura Lcopx	2.90				
larghezza copertura Lcopy	6.00				
Altezza estradosso copertura da piano campagna	2.60				
Dimensioni platea [m]					
distanza da pavimento a estradosso platea	0.00				
larghezza Lx	3.50				
lunghezza Ly	6.60				
spessore	0.30				
Analisi dei carichi (valori caratteristici)					
	kN/mq	mq		kN	H appl. [m]
G1 macchina				160.00	1.30
G1 platea	7.50	23.10	=>	173.25	
	kN/mq	μ	kN/mq	kN	
Valore di riferimento neve	0.85	0.80	0.52	9.05	1.30
		mq		kN	
Carico per manutenzione	1.00	17.40	=>	17.40	
			0.80	-0.40	0.10
	kN/mq	c _t	sopravento	sottovento	radente
Valore di riferimento vento	0.50	1.80	0.72	-0.36	0.09
Ordinata massima spettro SLV (adimensionale su g)	0.050				
Calcolo delle azioni (azioni caratteristiche e SLV)					
	Risultante [kN]	H appl. su fond. [m]	M _{rib} [kN m]		
Risultante vento copertura	1.57	2.60	4.07	4.07	
Risultante vento dir X	16.85	1.30	21.90		
Risultante vento dir Y	8.14	1.30		10.59	
			25.97	14.66	
Risultante sisma converter	8.00	1.30	10.40		
			10.40		

	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-11-r00	Pag. 41
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

Verifica a ribaltamento per vento (SLU)					
La verifica a ribaltamento più sfavorevole è con vento in direzione X					
	Risultante [kN]		H appl. su imposta [m]		
Risultante vento copertura	2.35		2.90	6.81	
Risultante vento dir X	25.27		1.60	40.44	
				47.25	
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	braccio [m]	M _{stab} [kN m]	
G1 + G2 converter	208.00	100%	1.75	364.00	
G1 platea	225.23	100%	1.75	394.14	
				758.14	
		M _{Sd} /M _{stab} =	16.05	> 1.0 OK	
Verifica a scorrimento per vento (SLU)					
Azioni sollecitanti			[kN]		
Risultante vento copertura			2.35		
Risultante vento dir X			25.27		
			27.62		
	F _{Sd}	17	F _{stab}	0.20	
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	[kN]		
G1 + G1 converter	208.00	100%	41.69		
G1 platea	225.23	100%	45.14		
			86.83		
		F _{Sd} /F _{stab} =	3.14	> 1.1 OK	

	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-11-r00	Pag. 42
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DELLE FONDAZIONI DIRETTE COMBINAZIONE					VENTO
<u>Dimensioni del plinto</u>					
B =	3.50	m			
L =	6.60	m			
spessore ricoprim	0	m			
spessore fondaz	0.30	m			
D =	0.30	m	profondità del piano di fondazione		
<u>Sollecitazioni SLU alla base del plinto</u>					
N =	472.90	kN			
V _x =	8.00	kN			
V _y =	2.40	kN			
M _{xx} =	3.84	kNm			
M _{yy} =	12.80	kNm			
<u>Caratteristiche del terreno</u>					
Terreno immerso [s/n] =	NO				
γ =	19.0	kN/m ³	peso specifico del terreno posto sopra il piano di fondazione		
γ' =	19.0	kN/m ³			
γ ₂ =	19.0	kN/m ³			
γ ₂ ' =	19.0	kN/m ³			
φ =	26	°			
c' =	0	kN/m ²			
<u>Calcolo della capacità portante</u>					
F =	8.35	kN			
F/N =	0.02				
e _x =	0.03	m	e _y =	0.01	m
B' =	3.45	m	L' =	6.58	m
q = γ' D =	5.7	kN/m ²		22.68675	
Fattori di capacità portante (Vesic, 1975):					
N _c =	22.25				
N _q =	11.85				
N _γ =	12.54				
Fattori di forma della fondazione (De Beer, 1967):					
S _c =	1.10				
S _q =	1.26				
S _γ =	0.79				
Fattore di inclinazione del carico (Vesic, 1970):					
i _c =	0.97		m =	1.66	
i _q =	0.97				
i _γ =	0.95				
q _{lim} =	392	kN/m ²			
N _{lim} =	8 890	kN			
γ _{R3} =	2.30				
N _{Rd} = N _{lim} /γ _{R3} =	3865.4				
F _s = N _{Rd} / N =	8.17	ok			

8.5. Strutture di fondazione unità storage sottostazione SUD

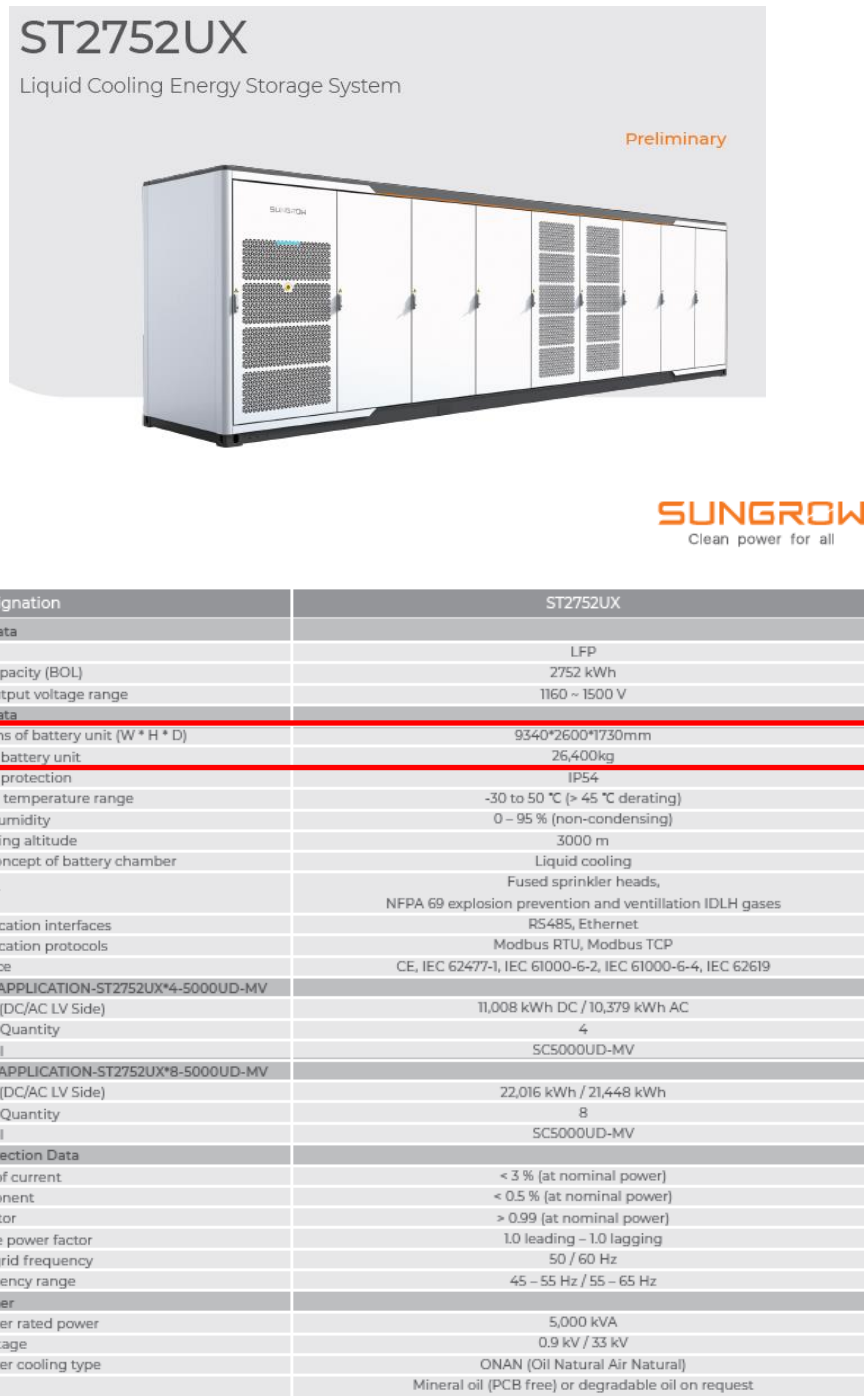


Figura 8.5 – Dati tecnici unità storage

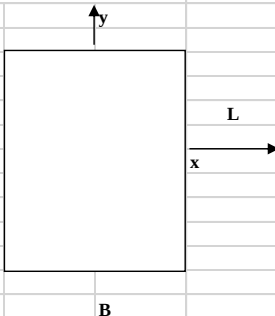
	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-11-r00	Pag. 44
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

Dimensioni storage [m]					
larghezza Lx	2.60	Lx < Ly			
lunghezza Ly	9.50				
larghezza copertura Lcopx	2.60				
larghezza copertura Lcopy	9.50				
Altezza estradosso copertura da piano campagna	1.80				
Dimensioni platea [m]					
distanza da pavimento a estradosso platea	0.00				
larghezza Lx	3.20				
lunghezza Ly	10.10				
spessore	0.30				
Analisi dei carichi (valori caratteristici)					
	kN/mq	mq		kN	H appl. [m]
G1 macchina				264.00	0.90
G1 platea	7.50	32.32	=>	242.40	
	kN/mq	μ	kN/mq	kN	
Valore di riferimento neve	0.65	0.80	0.52	12.84	0.90
		mq		kN	
Carico per manutenzione	1.00	24.70	=>	24.70	
			0.80	-0.40	0.10
	kN/mq	c _t	sopravento	sottovento	radente
Valore di riferimento vento	0.50	1.80	0.72	-0.36	0.09
Ordinata massima spettro SLV (adimensionale su g)	0.050				
Calcolo delle azioni (azioni caratteristiche e SLV)					
	Risultante [kN]	H appl. su fond. [m]	Mrib [kN m]		
Risultante vento copertura	2.22	1.80	4.00	4.00	
Risultante vento dir X	18.47	0.90	16.62		
Risultante vento dir Y	5.05	0.90		4.55	
			20.62	8.55	
Risultante sisma storage	13.20	0.90	11.88		
			11.88		

	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-11-r00	Pag. 45
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

Verifica a ribaltamento per vento (SLU)				
La verifica a ribaltamento più sfavorevole è con vento in direzione X				
	Risultante [kN]		H appl. su imposta [m]	
Risultante vento copertura	3.33		2.10	7.00
Risultante vento dir X	27.70		1.20	33.24
				40.24
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	braccio [m]	M _{stab} [kN m]
G1 + G2 storage	343.20	100%	1.60	549.12
G1 platea	315.12	100%	1.60	504.19
				1053.31
		M _{Sd} /M _{stab} =	26.17	> 1.0 OK
Verifica a scorrimento per vento (SLU)				
Azioni sollecitanti			[kN]	
Risultante vento copertura			3.33	
Risultante vento dir X			27.70	
			31.04	
	F _{Sd}	17	F _{stab}	0.20
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	[kN]	
G1 + G1 storage	343.20	100%	68.79	
G1 platea	315.12	100%	63.16	
			131.94	
		F _{Sd} /F _{stab} =	4.25	> 1.1 OK

	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-11-r00	Pag. 46
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DELLE FONDAZIONI DIRETTE COMBINAZIONE					VENTO
<u>Dimensioni del plinto</u>					
B =	3.20	m			
L =	10.10	m			
spessore ricoprim	0	m			
spessore fondaz	0.30	m			
D =	0.30	m	profondità del piano di fondazione		
<u>Sollecitazioni SLU alla base del plinto</u>					
N =	714.64	kN			
V _x =	13.20	kN			
V _y =	3.96	kN			
M _{xx} =	4.75	kNm			
M _{yy} =	15.84	kNm			
<u>Caratteristiche del terreno</u>					
Terreno immerso [s/n] =	NO				
γ =	19.0	kN/m3	peso specifico del terreno posto sopra il piano di fondazione		
γ' =	19.0	kN/m3			
γ ₂ =	19.0	kN/m3			
γ ₂ ' =	19.0	kN/m3			
φ =	26	°			
c' =	0	kN/m2			
<u>Calcolo della capacità portante</u>					
F =	13.78	kN			
F/N =	0.02				
e _x =	0.02	m	e _y =	0.01	m
B' =	3.16	m	L' =	10.09	m
q = γ' D =	5.7	kN/m2		31.8303	
Fattori di capacità portante (Vesic, 1975):					
N _c =	22.25				
N _q =	11.85				
N _γ =	12.54				
Fattori di forma della fondazione (De Beer, 1967):					
S _c =	1.06				
S _q =	1.15				
S _γ =	0.87				
Fattore di inclinazione del carico (Vesic, 1970):					
i _c =	0.96		m =	1.76	
i _q =	0.97				
i _γ =	0.95				
q _{lim} =	387	kN/m2			
N _{lim} =	12 315	kN			
γ _{R3} =	2.30				
N _{Rd} = N _{lim} /γ _{R3} =	5354.3				
F _s = N _{Rd} / N =	7.49	ok			

	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-11-r00	Pag. 47
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

8.6. Strutture di fondazione edificio comandi ausiliari

L'edificio per comandi ausiliari ha una struttura costituita da telai con travi e pilastri prefabbricati con plinti a bicchiere:

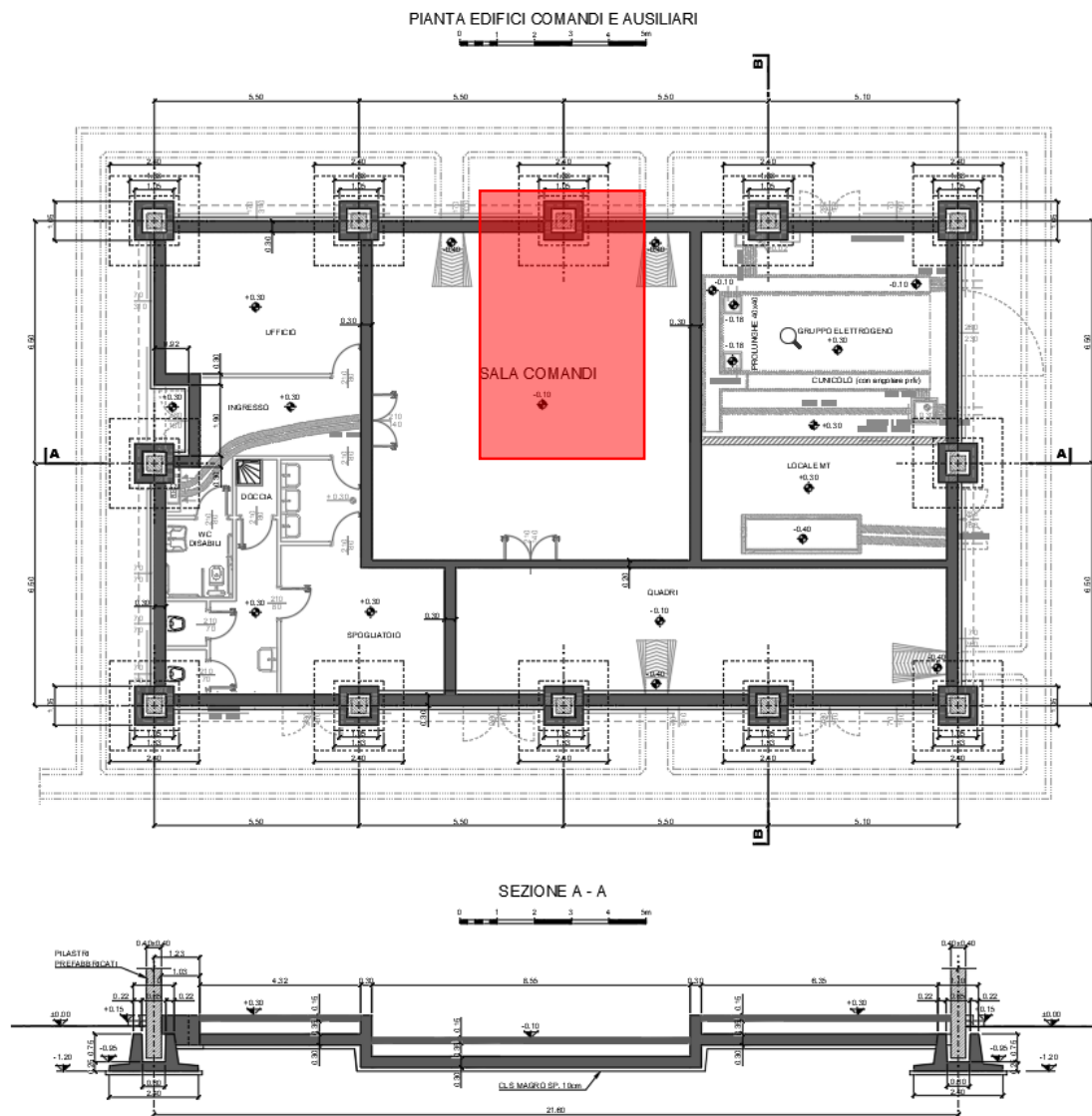
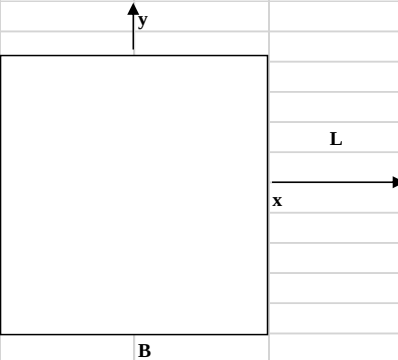


Figura 8.6 – Planimetria e sezione longitudinale edificio comandi ausiliari

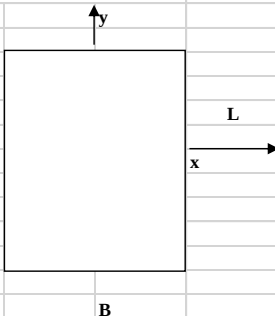
Si riportano in seguito le verifiche per il plinto del pilastro tipo:

Dimensioni area di influenza [m]					
larghezza Lx	5.50				
lunghezza Ly	6.50				
larghezza copertura Lcopx	5.50				
larghezza copertura Lcopy	7.00				
Altezza estradosso copertura da piano campagna	4.50				
Dimensioni plinto [m]					
spessore ricoprimento	1.20				
larghezza Lx	2.40				
lunghezza Ly	2.40				
spessore	0.25				
Analisi dei carichi (valori caratteristici)					
	kN/mq	mq		kN	H appl. [m]
G1 + G2 copertura e travi	6.75	38.50	=>	259.88	4.50
G1 pareti e pilastro			=>	121.53	2.25
G1 platea	6.25	5.76	=>	36.00	
	kN/mq	μ		kN	
Valore di riferimento neve	0.65	0.80	=>	20.02	
		mq		kN	
Carico per uso cabina	0.00	38.50	=>	0.00	
			0.80	-0.40	0.10
	kN/mq	c _t	sopravento	sottovento	radente
Valore di riferimento vento	0.50	1.80	0.72	-0.36	0.09
Ordinata massima spettro SLV (adimensionale su g)	0.050				
Calcolo delle azioni (azioni caratteristiche e SLV)					
	Risultante [kN]	H appl. su fond. [m]	Mrib [kN m]		
Risultante vento copertura	3.47	5.70	19.75	19.75	
Risultante vento dir X	0.00	3.45	0.00		
Risultante vento dir Y	26.73	3.45		92.22	
			19.75	111.97	
Risultante sisma G1+G2 copertura	12.99	5.70	74.06		
Risultante sisma pareti e pilastro	6.08	3.45	20.96		
			95.03		

	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-11-r00	Pag. 49
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

Verifica a ribaltamento per vento (SLU)					
La verifica a ribaltamento più sfavorevole è con vento in direzione Y					
	Risultante [kN]		H appl. su imposta [m]		
Risultante vento copertura	5.20		5.95	30.93	
Risultante vento dir Y	40.10		3.70	148.35	
				179.28	
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	braccio [m]	M _{stab} [kN m]	
G1 + G2 copertura	337.84	100%	1.20	405.41	
G1 + G2 pareti cabina	157.98	100%	1.20	189.58	
G1 platea	46.80	100%	1.20	56.16	
				651.14	
		M _{Sd} /M _{stab} =	3.63	> 1.0 OK	
Verifica a scorrimento per vento (SLU)					
Azioni sollecitanti			[kN]		
Risultante vento copertura			5.20		
Risultante vento dir Y			40.10		
			45.29		
	F _{Sd}	17	F _{stab}	0.20	
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	[kN]		
G1 + G2 copertura	259.88	100%	52.09		
G1 + G2 pareti chiosco	121.53	100%	24.36		
G1 platea	36.00	100%	7.22		
			83.66		
		F _{Sd} /F _{stab} =	1.85	> 1.1 OK	

	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-11-r00	Pag. 50
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DELLE FONDAZIONI DIRETTE COMBINAZIONE					VENTO
<u>Dimensioni del plinto</u>					
B =	2.40	m			
L =	2.40	m			
spessore ricoprimento	1.20	m			
spessore fondaz.	0.25	m			
D =	1.45	m	profondità del piano di fondazione		
<u>Sollecitazioni SLU alla base del plinto</u>					
N =	542.62	kN			
V _x =	45.29	kN			
V _y =	0.00	kN			
M _{xx} =	0.00	kNm			
M _{yy} =	179.28	kNm			
<u>Caratteristiche del terreno</u>					
Terreno immerso [s/n] =					NO
γ =	19.0	kN/m3	peso specifico del terreno posto sopra il piano di fondazione		
γ' =	19.0	kN/m3			
γ ₂ =	19.0	kN/m3			
γ ₂ ' =	19.0	kN/m3			
φ =	26	°			
c' =	0	kN/m2			
<u>Calcolo della capacità portante</u>					
F =	45.29	kN			
F/N =	0.08				
e _x =	0.33	m	e _y =	0.00	m
B' =	1.74	m	L' =	2.40	m
q = γ' D =	27.55	kN/m2			
Fattori di capacità portante (Vesic, 1975):					
N _c =	22.25				
N _q =	11.85				
N _γ =	12.54				
Fattori di forma della fondazione (De Beer, 1967):					
s _c =	1.14				
s _q =	1.35				
s _γ =	0.71				
Fattore di inclinazione del carico (Vesic, 1970):					
i _c =	0.86	m =	1.58		
i _q =	0.87				
i _γ =	0.80				
q _{lim} =	503	kN/m2			
N _{lim} =	2 098	kN			
γ _{R3} =	2.3				
N _{Rd} = N _{lim} /γ _{R3} =	912.2				
F _s = N _{Rd} / N =	1.68	ok			

8.7. Strutture della stazione di trasformazione utente (SSE)

Ognuna delle due stazioni di trasformazione (Nord e Sud) sarà costituita da due sezioni, in funzione dei livelli di tensione: la parte di media tensione, contenuta all'interno della cabina di stazione e dalla parte di alta tensione costituita dalle apparecchiature elettriche con isolamento in aria, ubicate nell'area esterna della stazione utente.

8.7.1. Edificio sottostazione

Il locale MT e ausiliari SSE avrà dimensioni esterne 7.00 m x 2.55 m e struttura prefabbricata.

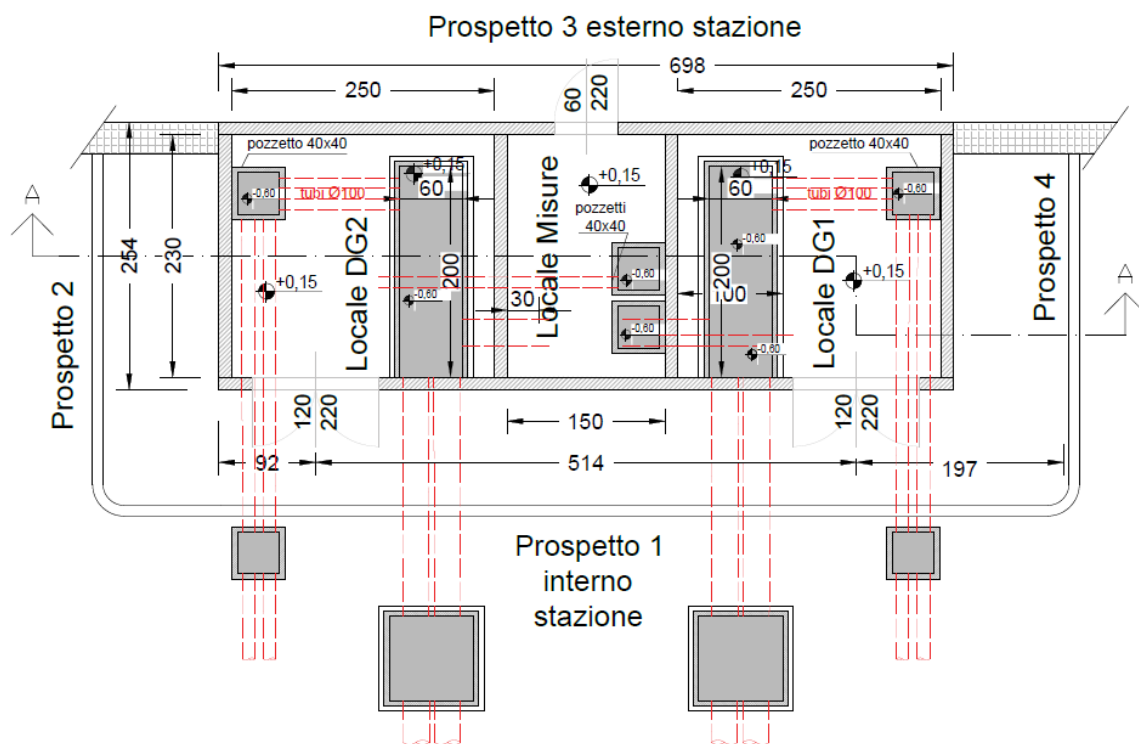


Figura 8.7 – Planimetria della cabina della sottostazione

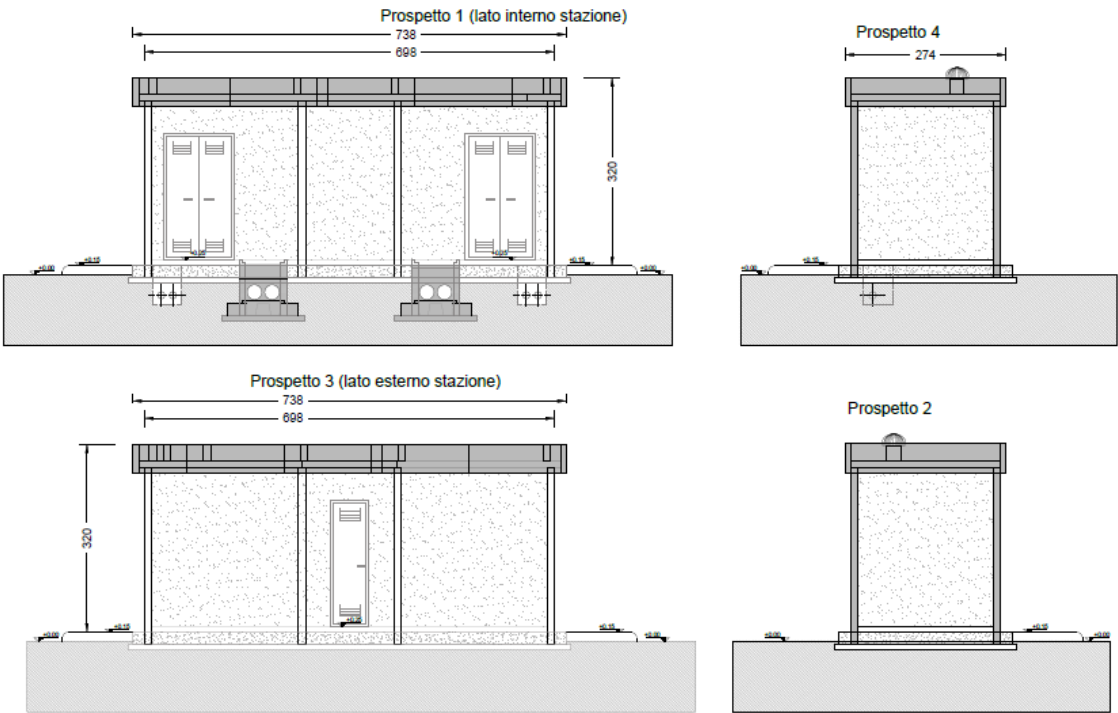


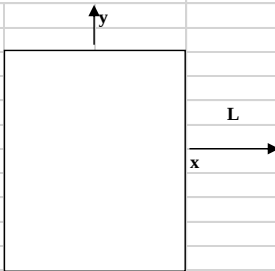
Figura 8.8 – Sezioni della cabina della sottostazione

Dimensioni cabina [m]					
larghezza Lx	2.55				
lunghezza Ly	7.00				
larghezza copertura Lcopx	2.95				
larghezza copertura Lcopy	7.40				
Altezza estradosso copertura da piano campagna	3.35				
Dimensioni platea [m]					
spessore ricoprimento	0.00				
larghezza Lx	2.95				
lunghezza Ly	7.40				
spessore	0.20				
Analisi dei carichi (valori caratteristici)					
	kN/mq	mq		kN	H appl. [m]
G1 + G2 copertura	5.50	21.83	=>	120.07	3.35
G1 + G2 pareti e macchinari	2.00	17.85	=>	35.70	1.68
G1 platea	5.00	21.83	=>	109.15	
G2 riempimento	0.00	21.83	=>	0.00	
	kN/mq	μ		kN	
Valore di riferimento neve	0.65	0.80	=>	11.35	
		mq		kN	
Carico per uso cabina	2.00	21.83	=>	43.66	
			0.80	-0.40	0.10
	kN/mq	c _t	sopravento	sottovento	radente
Valore di riferimento vento	0.50	1.80	0.72	-0.36	0.09
Ordinata massima spettro SLV (adimensionale su g)	0.050				
Calcolo delle azioni (azioni caratteristiche e SLV)					
	Risultante [kN]	H appl. su fond. [m]	Mrib [kN m]		
Risultante vento copertura	1.96	3.35	6.58	6.58	
Risultante vento dir X	25.33	1.68	42.42		
Risultante vento dir Y	9.23	1.68		15.45	
			49.00	22.04	
Risultante sisma G1+G2 copertura	6.00	3.35	20.11		
Risultante sisma chiosco	1.79	1.68	2.99		
			23.10		

	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-11-r00	Pag. 54
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

Verifica a ribaltamento per vento (SLU)					
La verifica a ribaltamento più sfavorevole è con vento in direzione X					
	Risultante [kN]		H appl. su imposta [m]		
Risultante vento copertura	2.95		3.55	10.46	
Risultante vento dir X	37.99		1.88	71.23	
				81.69	
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	braccio [m]	M _{stab} [kN m]	
G1 + G2 copertura	156.08	100%	1.48	230.22	
G1 + G2 pareti cabina	46.41	100%	1.48	68.45	
G1 platea	141.90	100%	1.48	209.30	
G2 riempimento	0.00	0%	1.48	0.00	
				507.97	
		M _{Sd} /M _{stab} =	6.22	> 1.0 OK	
Verifica a scorrimento per vento (SLU)					
Azioni sollecitanti			[kN]		
Risultante vento copertura			2.95		
Risultante vento dir X			37.99		
			40.94		
	F _{Sd}	17	F _{stab}	0.20	
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	[kN]		
G1 + G2 copertura	120.07	100%	24.06		
G1 + G2 pareti chiosco	35.70	100%	7.16		
G1 platea	109.15	100%	21.88		
G2 riempimento	0.00	0%	0.00		
			53.10		
		F _{Sd} /F _{stab} =	1.30	> 1.1 OK	

	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-11-r00	Pag. 55
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DELLE FONDAZIONI DIRETTE COMBINAZIONE										VENTO
<u>Dimensioni del plinto</u>										
B =	2.95	m								
L =	7.40	m								
spessore ricoprim	0.00	m								
spessore fondaz	0.20	m								
D =	0.10	m								
<u>Sollecitazioni SLU alla base del plinto</u>										
N =	409.88	kN								
V _x =	40.94	kN								
V _y =	0.00	kN								
M _{xx} =	0.00	kNm								
M _{yy} =	81.69	kNm								
<u>Caratteristiche del terreno</u>										
Terreno immerso [s/n] =										
γ =	19.0	kN/m3								
γ' =	19.0	kN/m3								
γ ₂ =	19.0	kN/m3								
γ ₂ ' =	19.0	kN/m3								
φ =	26	°								
c' =	0	kN/m2								
<u>Calcolo della capacità portante</u>										
F =	40.94	kN								
F/N =	0.10									
e _x =	0.20	m								
B' =	2.55	m								
q = γ' D =	1.9	kN/m2								
<u>Fattori di capacità portante (Vesic, 1975):</u>										
N _c =	22.25									
N _q =	11.85									
N _γ =	12.54									
<u>Fattori di forma della fondazione (De Beer, 1967):</u>										
s _c =	1.07									
s _q =	1.17									
s _γ =	0.86									
<u>Fattore di inclinazione del carico (Vesic, 1970):</u>										
i _c =	0.82									
i _q =	0.83									
i _γ =	0.75									
q _{lim} =	218	kN/m2								
N _{lim} =	4 120	kN								
γ _{R3} =	2.3									
N _{Rd} = N _{lim} /γ _{R3} =	1791.2									
F _s = N _{Rd} / N =	4.37	ok								

8.7.1. Trasformatore TA

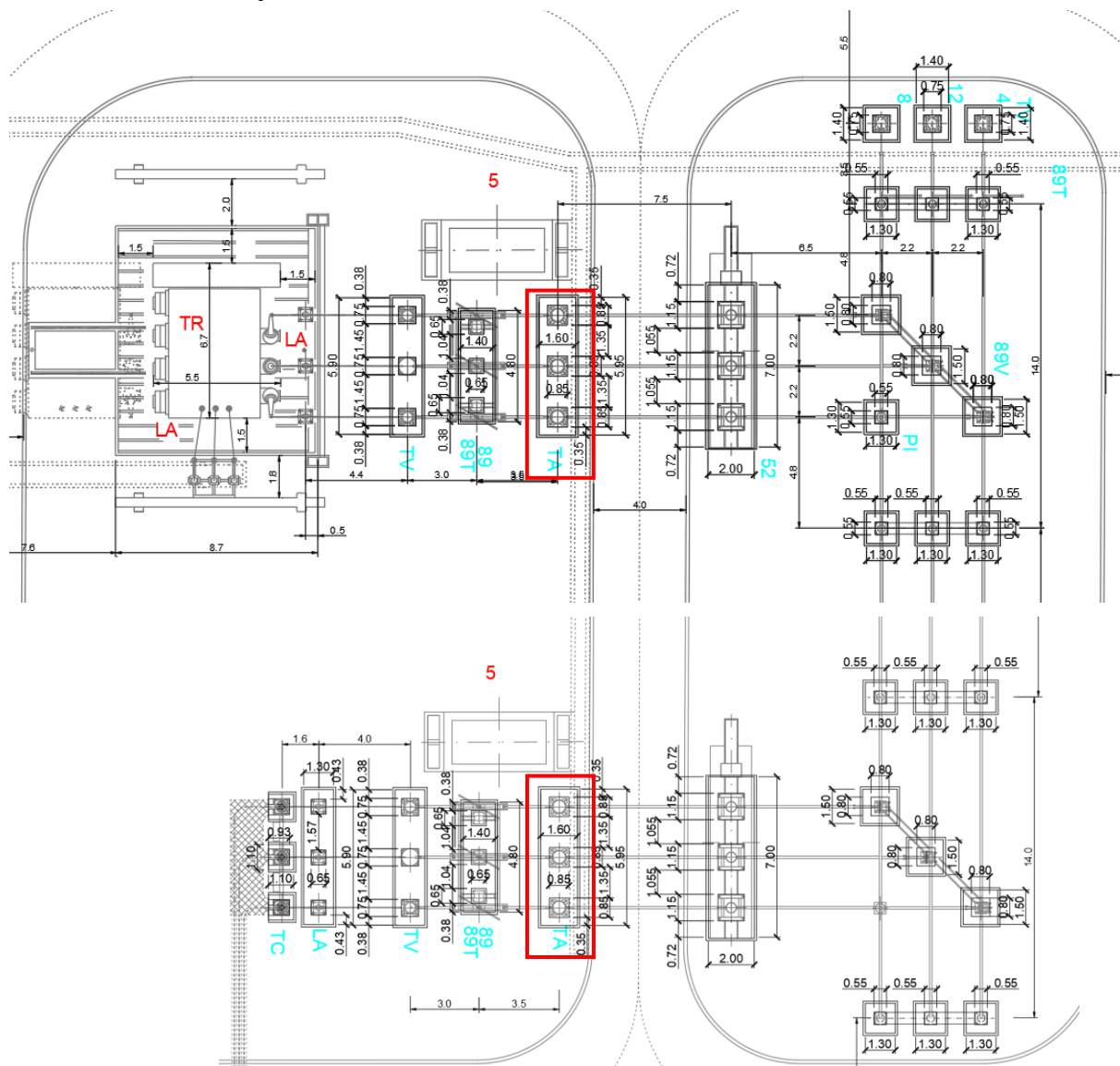


Figura 8.9 – Planimetria degli elementi della sottostazione utente (Nord)

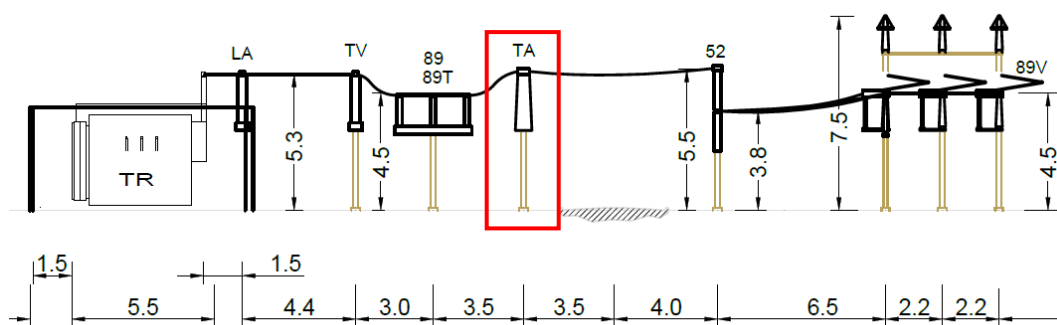


Figura 8.10 – Sezione degli elementi della sottostazione utente (Nord)

	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-11-r00	Pag. 57
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

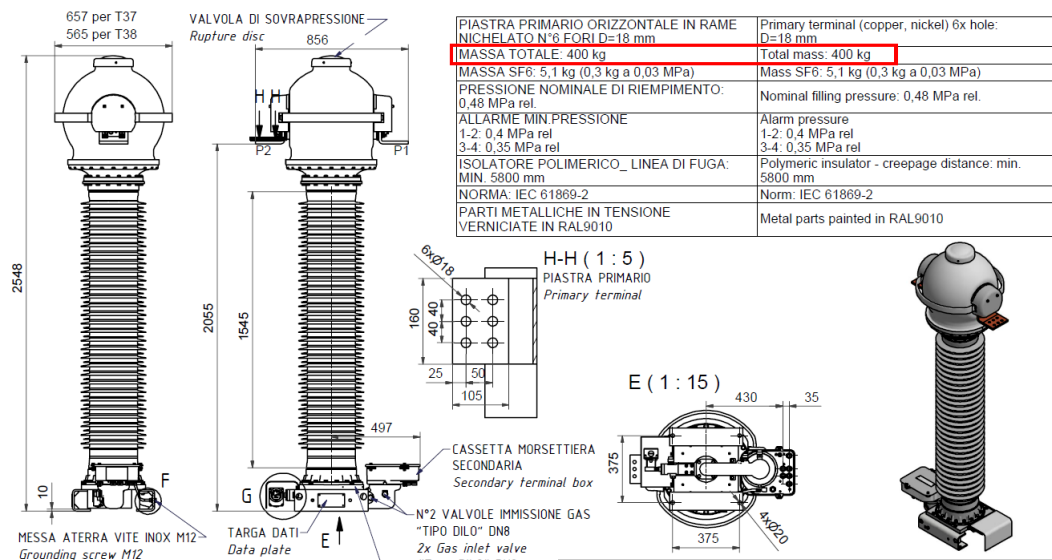


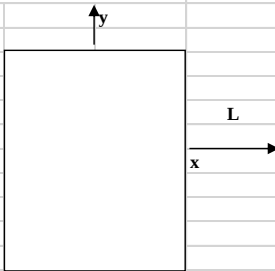
Figura 8.11 – Dati tecnici trasformatore TA.

Dimensioni platea [m]					
distanza da pavimento a estradosso platea	0.50				
larghezza Lx	1.60				
lunghezza Ly	5.95				
spessore	0.30				
Analisi dei carichi					
	kN/mq	mq		kN	H appl. [m]
Peso macchinari trasformatore TA				12.00	4.25
Peso struttura trasformatore TA				2.25	1.55
G1 platea	7.50	9.52	=>	71.40	
G1 baggioli	12.50	2.17	=>	27.09	
G2 riempimento	10.00	7.35	=>	73.53	
				0.80	-0.40
	kN/mq	C _t	sopravento	sottovento	radente
Valore di riferimento vento	0.50	1.80	0.72	-0.36	0.09
Ordinata massima spettro SLV (adimensionale su g)	0.050				
Calcolo delle azioni (azioni caratteristiche e SLV)					
	Risultante [kN]	H appl. su fond. [m]	Mrib [kN m]		
Risultante vento trasf. TA (superficie 2.5x0.50x3 m)	4.05	4.75	19.24		
Risultante vento str. trasf. TA (superficie 2.9x0.30x3 m)	2.82	2.05	5.78		
			25.02		
Risultante sisma macchinari trasf. TA	0.60	4.75	2.85		
Risultante sisma struttura trasf. TA	0.11	2.05	0.23		
			3.08		

	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-11-r00	Pag. 58
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

Verifica a ribaltamento per vento				
La verifica a ribaltamento più sfavorevole è con vento in direzione X				
	Risultante [kN]		H appl. su imposta [m]	
Risultante vento trasf. TA (superficie 2.5x0.50x3 m)	6.08		5.05	30.68
Risultante vento str. trasf. TA (superficie 2.9x0.30x3 m)	4.23		2.35	9.94
				40.62
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	braccio [m]	M _{stab} [kN m]
Peso macchinari trasformatore TA	12.00	100%	0.80	9.60
Peso struttura trasformatore TA	2.25	100%	0.80	1.80
G1 platea	71.40	100%	0.80	57.12
G1 baggioli	27.09	100%	0.80	21.68
G2 riempimento	73.53	0%	0.80	0.00
				90.20
		M _{Sd} /M _{stab} =	2.22	> 1.0 OK
Verifica a scorrimento per vento				
Azioni sollecitanti			[kN]	
Risultante vento trasf. TA (superficie 2.5x0.50x3 m)			6.08	
Risultante vento str. trasf. TA (superficie 2.9x0.30x3 m)			4.23	
			10.30	
	F _{Sd}	17	F _{stab}	0.20
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	[kN]	
Peso macchinari trasformatore TA	12.00	100%	2.41	
Peso struttura trasformatore TA	2.25	100%	0.45	
G1 platea	71.40	100%	14.31	
G1 baggioli	27.09	100%	5.43	
G2 riempimento	73.53	0%	0.00	
			22.60	
		F _{Sd} /F _{stab} =	2.19	> 1.1 OK

	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-11-r00	Pag. 59
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DELLE FONDAZIONI DIRETTE COMBINAZIONE										VENTO
<u>Dimensioni del plinto</u>										
B =	1.60	m								
L =	5.95	m								
spessore ricoprimento	0	m								
spessore fondaz.	0.30	m								
D =	0.80	m								
<u>Sollecitazioni SLU alla base del plinto</u>										
N =	242.15	kN								
V _x =	10.30	kN								
V _y =	0.00	kN								
M _{xx} =	0.00	kNm								
M _{yy} =	40.62	kNm								
<u>Caratteristiche del terreno</u>										
Terreno immerso [s/n] =										
γ =	19.0	kN/m3								
γ' =	19.0	kN/m3								
γ ₂ =	19.0	kN/m3								
γ ₂ ' =	19.0	kN/m3								
φ =	26	°								
c' =	0	kN/m2								
<u>Calcolo della capacità portante</u>										
F =	10.30	kN								
F/N =	0.04									
e _x =	0.17	m								
B' =	1.26	m								
q = γ' D =	15.2	kN/m2								
<u>Fattori di capacità portante (Vesic, 1975):</u>										
N _c =	22.25									
N _q =	11.85									
N _γ =	12.54									
<u>Fattori di forma della fondazione (De Beer, 1967):</u>										
s _c =	1.04									
s _q =	1.10									
s _γ =	0.91									
<u>Fattore di inclinazione del carico (Vesic, 1970):</u>										
i _c =	0.92									
i _q =	0.92									
i _γ =	0.88									
q _{lim} =	306	kN/m2								
N _{lim} =	2 299	kN								
γ _{R3} =	2.3									
N _{Rd} = N _{lim} /γ _{R3} =	999.7									
F _s = N _{Rd} / N =	4.13	ok								

8.7.2. Interruttore AT

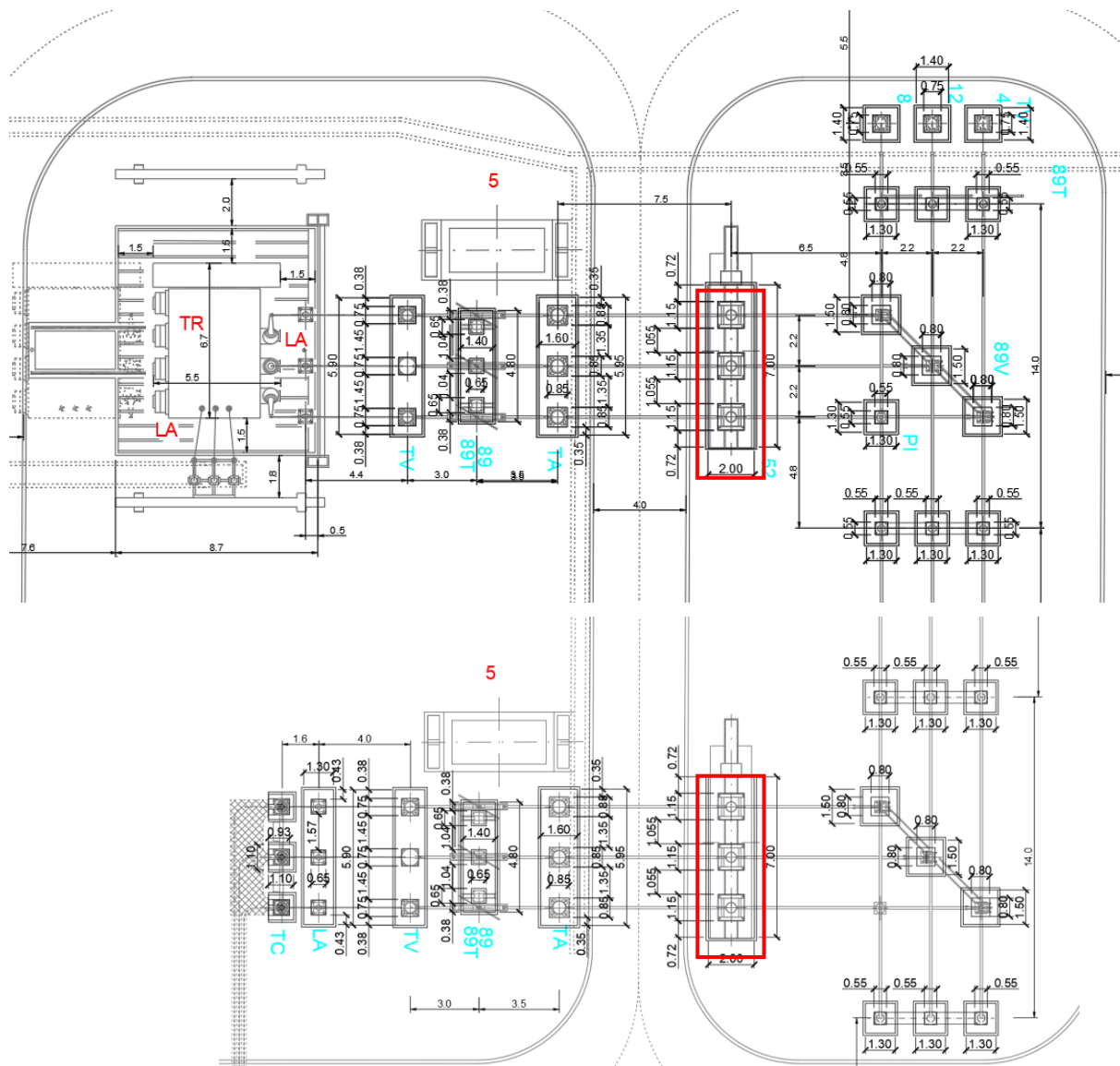


Figura 8.12 – Planimetria degli elementi della sottostazione utente (Nord)

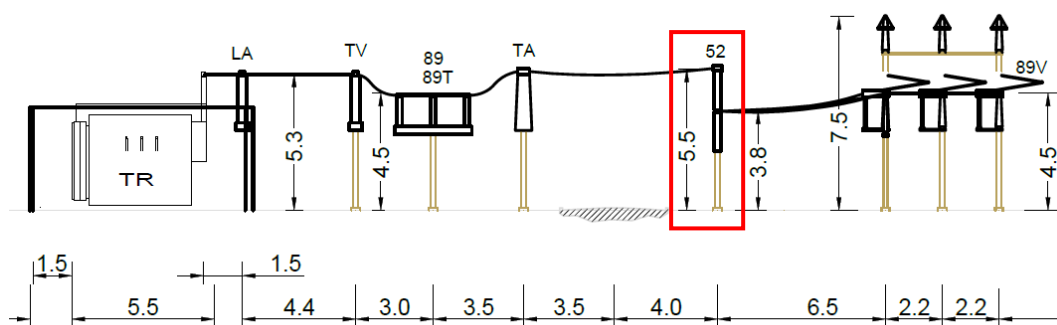
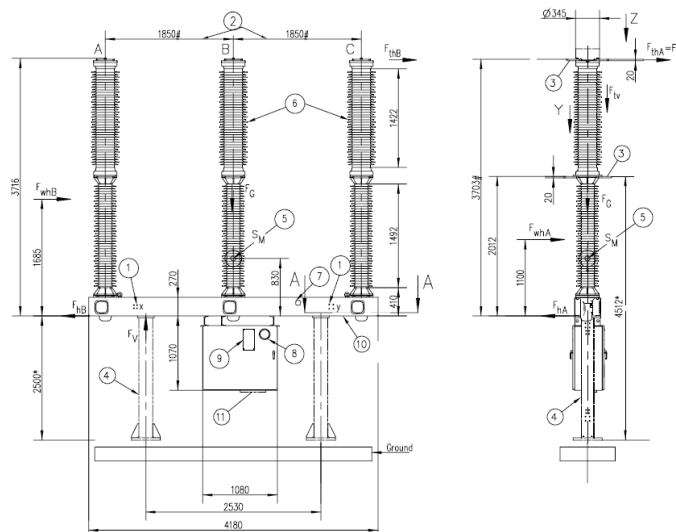


Figura 8.13 – Sezione degli elementi della sottostazione utente (Nord)



Legends:

- Holes for earthing terminals
- Pole to pole distance
- AL Terminal plates with holes (#thickness 20mm)
- Support structure
- (SM) Centre of Gravity
- Composite Insulator (creepage : 31mm/kV)
- Mechanical "on/off" indication
- Pressure gauge along with density Monitor
- Rating plate
- Baseframe
- Gland plate location at bottom of panel.

Bill of Materials

- Pole along with common baseframe - 3 nos.
- Spring Operating Mechanism - 1 no.

Mass of CB (without structure) = 1300 kg approx.
 Weight of individual Pole = 300 kg approx.
 Weight of Structure = 260 kg approx.
 Weight of individual Structure = 130 kg approx.
 Weight of SF6 Gas = 12 kg approx.

	F_{BA}	F_{BB}	F_{BC}
static	1200 N	2500 N	1000 N
dynamic	2500 N	1000 N	2000 N

	F_{BA}	F_{BB}	F_{BC}
weight loads	12.7 kN	3.07 kN	2.23 kN
weight loads, at a wind speed of 33m/s	0 kN	0 kN	0 kN

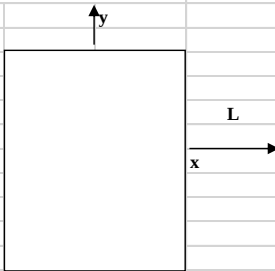
Figura 8.14 – Dati tecnici interruttore tripolare AT.

Dimensioni platea [m]					
distanza da pavimento a estradosso platea	0.50				
larghezza Lx	2.00				
lunghezza Ly	7.00				
spessore	0.30				
Analisi dei carichi					
	kN/mq	mq		kN	H appl. [m]
Peso macchinari interruttore				13.00	4.60
Peso struttura interruttore				2.60	1.10
G1 platea	7.50	14.00	=>	105.00	
G1 baggioli	12.50	3.97	=>	49.59	
G2 riempimento	10.00	10.03	=>	100.33	
				0.80	-0.40
	kN/mq	C _t	sopravento	sottovento	radente
Valore di riferimento vento	0.50	1.80	0.72	-0.36	0.09
Ordinata massima spettro SLV (adimensionale su g)	0.050				
Calcolo delle azioni (azioni caratteristiche e SLV)					
	Risultante [kN]	H appl. su fond. [m]	Mrib [kN m]		
Risultante vento interruttore (superficie 3.7x0.35x3 m)	4.20	5.10	21.40		
Risultante vento str. interruttore (superficie 2.0x0.30x2)	1.30	1.60	2.07		
			23.47		
Risultante sisma macchinari interruttore	0.65	5.10	3.32		
Risultante sisma struttura interruttore	0.13	1.60	0.21		
			3.52		

	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-11-r00	Pag. 62
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

Verifica a ribaltamento per vento				
La verifica a ribaltamento più sfavorevole è con vento in direzione X				
	Risultante [kN]		H appl. su imposta [m]	
Risultante vento interruttore (superficie 3.7x0.35x3 m)	6.29		5.40	33.99
Risultante vento str. interruttore (superficie 2.0x0.30x2 m)	1.94		1.90	3.69
				37.68
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	braccio [m]	M _{stab} [kN m]
Peso macchinari interruttore	13.00	100%	1.00	13.00
Peso struttura interruttore	2.60	100%	1.00	2.60
G1 platea	105.00	100%	1.00	105.00
G1 baggioli	49.59	100%	1.00	49.59
G2 riempimento	100.33	0%	1.00	0.00
				170.19
		M _{Sd} /M _{stab} =	4.52	> 1.0 OK
Verifica a scorrimento per vento				
Azioni sollecitanti			[kN]	
Risultante vento interruttore (superficie 3.7x0.35x3 m)			6.29	
Risultante vento str. interruttore (superficie 2.0x0.30x2 m)			1.94	
			8.24	
	F _{Sd}	17	F _{stab}	0.20
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	[kN]	
Peso macchinari interruttore	13.00	100%	2.61	
Peso struttura interruttore	2.60	100%	0.52	
G1 platea	105.00	100%	21.04	
G1 baggioli	49.59	100%	9.94	
G2 riempimento	100.33	0%	0.00	
			34.11	
		F _{Sd} /F _{stab} =	4.14	> 1.1 OK

	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-11-r00	Pag. 63
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DELLE FONDAZIONI DIRETTE COMBINAZIONE										VENTO
<u>Dimensioni del plinto</u>										
B =	2.00	m								
L =	7.00	m								
spessore ricoprim	0	m								
spessore fondaz	0.30	m								
D =	0.80	m								
<u>Sollecitazioni SLU alla base del plinto</u>										
N =	351.67	kN								
V _x =	8.24	kN								
V _y =	0.00	kN								
M _{xx} =	0.00	kNm								
M _{yy} =	37.68	kNm								
<u>Caratteristiche del terreno</u>										
Terreno immerso [s/n] =										
γ =	19.0	kN/m3								
γ' =	19.0	kN/m3								
γ ₂ =	19.0	kN/m3								
γ ₂ ' =	19.0	kN/m3								
φ =	26	°								
c' =	0	kN/m2								
<u>Calcolo della capacità portante</u>										
F =	8.24	kN								
F/N =	0.02									
e _x =	0.11	m								
B' =	1.79	m								
q = γ' D =	15.2	kN/m2								
<u>Fattori di capacità portante (Vesic, 1975):</u>										
N _c =	22.25									
N _q =	11.85									
N _γ =	12.54									
<u>Fattori di forma della fondazione (De Beer, 1967):</u>										
s _c =	1.05									
s _q =	1.12									
s _γ =	0.90									
<u>Fattore di inclinazione del carico (Vesic, 1970):</u>										
i _c =	0.95									
i _q =	0.96									
i _γ =	0.94									
q _{lim} =	373	kN/m2								
N _{lim} =	4 661	kN								
γ _{R3} =	2.3									
N _{Rd} = N _{lim} /γ _{R3} =	2026.7									
F _s = N _{Rd} / N =	5.76	ok								

8.7.3. Trasformatore TV

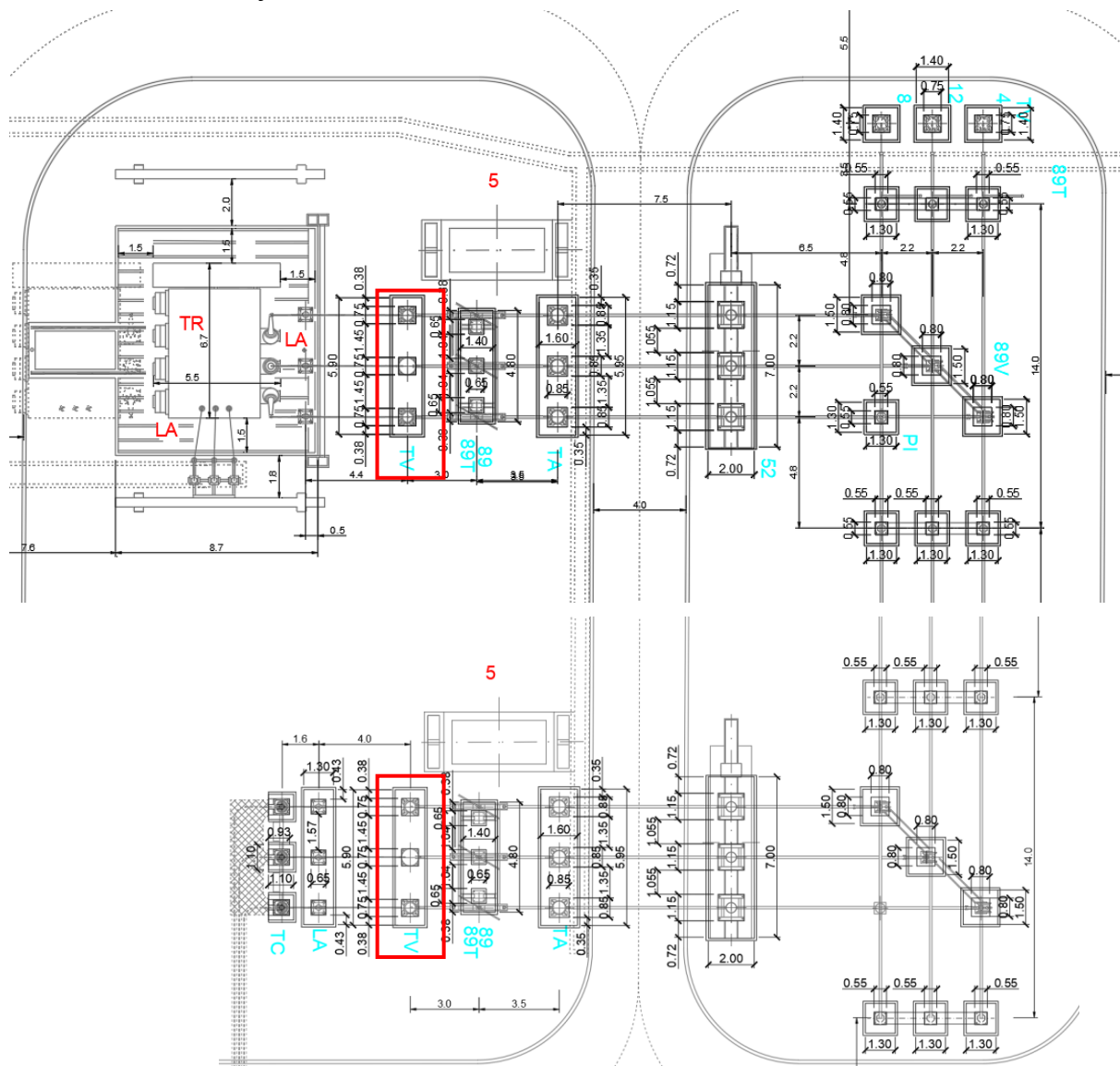


Figura 8.15 – Planimetria degli elementi della sottostazione utente (Nord)

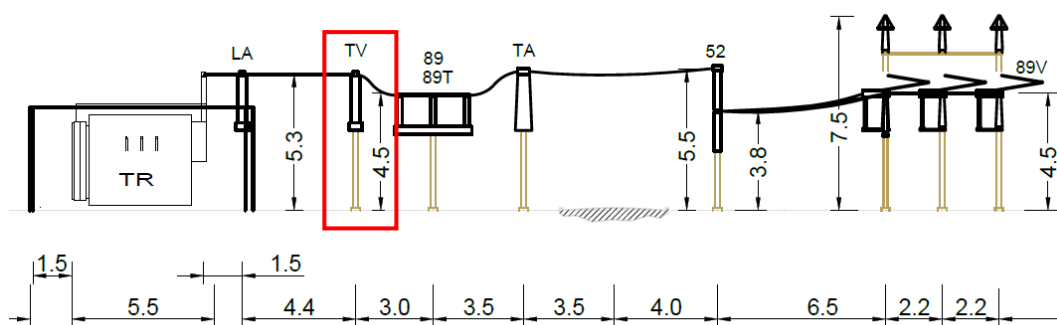


Figura 8.16 – Sezione degli elementi della sottostazione utente (Nord)

TUTTE LE DIMENSIONI SONO IN MILLIMETRI

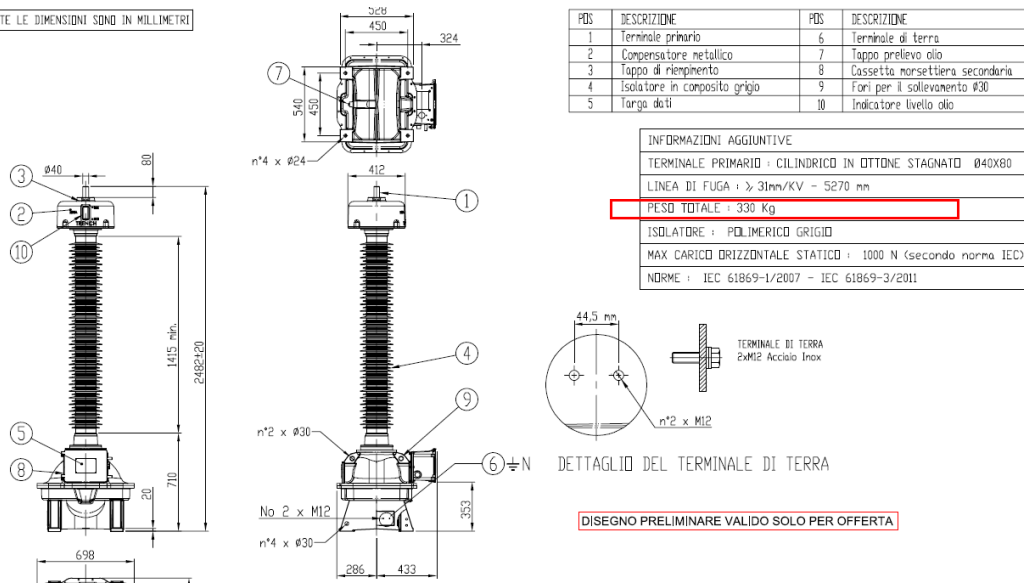


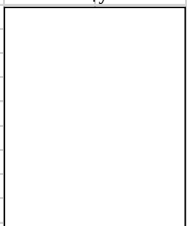
Figura 8.17 – Dati tecnici trasformatore TV

Dimensioni platea [m]					
distanza da pavimento a estradosso platea	0.50				
larghezza Lx	1.30				
lunghezza Ly	5.90				
spessore	0.30				
Analisi dei carichi					
	kN/mq	mq		kN	H appl. [m]
Peso macchinari trasformatore TV				3.30	4.50
Peso struttura trasformatore TV				2.25	1.65
G1 platea	7.50	7.67	=>	57.53	
G1 baggiolo	12.50	1.69	=>	21.09	
G2 riempimento	10.00	5.98	=>	59.83	
				0.80	-0.40
	kN/mq	c _t	sopravento	sottovento	radente
Valore di riferimento vento	0.50	1.80	0.72	-0.36	0.09
Ordinata massima spettro SLV (adimensionale su g)	0.050				
Calcolo delle azioni (azioni caratteristiche e SLV)					
	Risultante [kN]	H appl. su fond. [m]	Mrib [kN m]		
Risultante vento trasf. TV (superficie 2.5x0.30x3 m)	2.43	5.00	12.15		
Risultante vento str. trasf. TV (superficie 3.3x0.20x3 m)	2.14	2.15	4.60		
			16.75		
Risultante sisma macchinari trasf. TV	0.17	5.00	0.83		
Risultante sisma struttura trasf. TV	0.11	2.15	0.24		
			1.07		

	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-11-r00	Pag. 66
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

Verifica a ribaltamento per vento				
La verifica a ribaltamento più sfavorevole è con vento in direzione X				
	Risultante [kN]		H appl. su imposta [m]	
Risultante vento trasf. TV (superficie 2.5x0.30x3 m)	3.65		5.30	19.32
Risultante vento str. trasf. TV (superficie 3.3x0.20x3 m)	3.21		2.45	7.86
				27.18
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	braccio [m]	M _{stab} [kN m]
Peso macchinari trasformatore TV	3.30	100%	0.65	2.15
Peso struttura trasformatore TV	2.25	100%	0.65	1.46
G1 platea	57.53	100%	0.65	37.39
G1 baggiolo	21.09	100%	0.65	13.71
G2 riempimento	59.83	0%	0.65	0.00
				54.71
		M _{Sd} /M _{stab} =	2.01	> 1.0 OK
Verifica a scorrimento per vento				
Azioni sollecitanti			[kN]	
Risultante vento trasf. TV (superficie 2.5x0.30x3 m)			3.65	
Risultante vento str. trasf. TV (superficie 3.3x0.20x3 m)			3.21	
			6.85	
	F _{Sd}	17	F _{stab}	0.20
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	[kN]	
Peso macchinari trasformatore TV	3.30	100%	0.66	
Peso struttura trasformatore TV	2.25	100%	0.45	
G1 platea	57.53	100%	11.53	
G1 baggioli	21.09	100%	4.23	
G2 riempimento	59.83	0%	0.00	
			16.87	
		F _{Sd} /F _{stab} =	2.46	> 1.1 OK

	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-11-r00	Pag. 67
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DELLE FONDAZIONI DIRETTE COMBINAZIONE										VENTO
<u>Dimensioni del plinto</u>										
B =	1.30	m								
L =	5.90	m								
spessore ricoprimento	0	m								
spessore fondaz.	0.30	m								
D =	0.80	m								
profondità del piano di fondazione										
<u>Sollecitazioni SLU alla base del plinto</u>										
N =	109.42	kN								
V _x =	6.85	kN								
V _y =	0.00	kN								
M _{xx} =	0.00	kNm								
M _{yy} =	27.18	kNm								
<u>Caratteristiche del terreno</u>										
Terreno immerso [s/n] =	NO									
γ =	20.5	kN/m3								
γ' =	20.5	kN/m3								
γ ₂ =	20.5	kN/m3								
γ ₂ ' =	20.5	kN/m3								
φ =	38	°								
c' =	0	kN/m2								
<u>Calcolo della capacità portante</u>										
F =	6.85	kN								
F/N =	0.06									
e _x =	0.25	m								
B' =	0.80	m								
e _y =	0.00	m								
L' =	5.90	m								
q = γ' D =	16.4	kN/m2								
<u>Fattori di capacità portante (Vesic, 1975):</u>										
N _c =	61.35									
N _q =	48.93									
N _γ =	78.02									
<u>Fattori di forma della fondazione (De Beer, 1967):</u>										
s _c =	1.03									
s _q =	1.11									
s _γ =	0.95									
<u>Fattore di inclinazione del carico (Vesic, 1970):</u>										
i _c =	0.88									
i _q =	0.89									
i _γ =	0.83									
Q _{lim} =	1 290	kN/m2								
N _{lim} =	6 115	kN								
γ _{R3} =	2.3									
N _{Rd} = N _{lim} /γ _{R3} =	2658.9									
F _s = N _{Rd} / N =	24.30	ok								

8.7.4. Sezionatore di terra tripolare

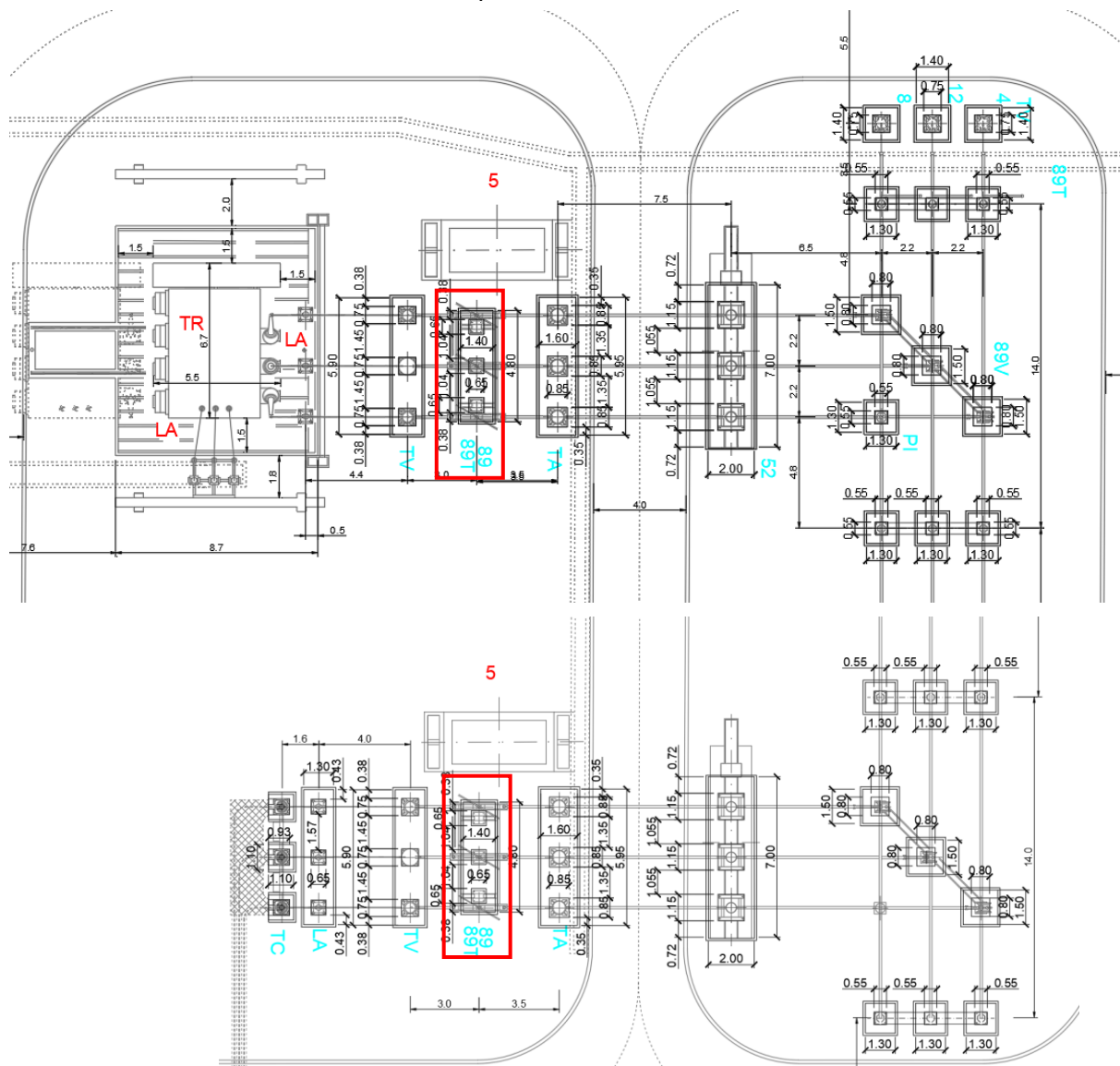


Figura 8.18 – Planimetria degli elementi della sottostazione utente (Nord)

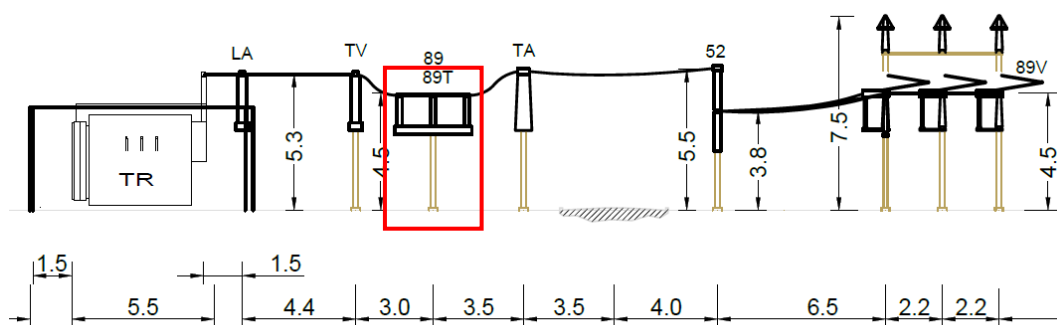
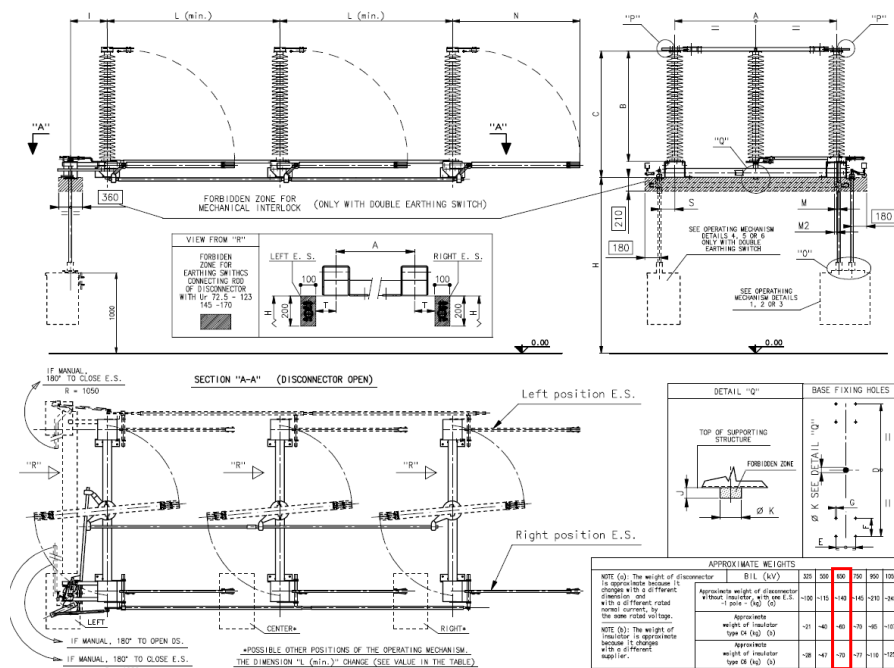


Figura 8.19 – Sezione degli elementi della sottostazione utente (Nord)

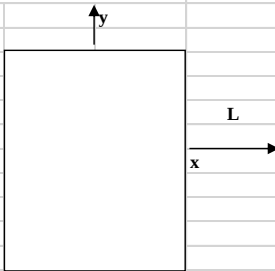
**RELAZIONE DI CALCOLO
DELLE FONDAZIONI**

Figura 8.20 – Dati tecnici sezionatore tripolare

Dimensioni platea [m]					
distanza da pavimento a estradosso platea	0.50				
larghezza Lx	1.40				
lunghezza Ly	4.80				
spessore	0.30				
Analisi dei carichi					
	kN/mq	mq		kN	H appl. [m]
Peso macchinari sezionatore				10.50	3.90
Peso struttura sezionatore				5.20	1.40
G1 platea	7.50	6.72	=>	50.40	
G1 baggioli	15.00	1.08	=>	16.20	
G2 riempimento	10.00	5.64	=>	56.40	
				0.80	-0.40
					0.10
	kN/mq	c _t	sopravento	sottovento	radente
Valore di riferimento vento	0.50	1.80	0.72	-0.36	0.09
Ordinata massima spettro SLV (adimensionale su g)	0.050				
Calcolo delle azioni (azioni caratteristiche e SLV)					
	Risultante [kN]	H appl. su fond. [m]	Mrib [kN m]		
Risultante vento interruttore (superficie 2.2x0.30x3 m)	2.14	4.40	9.41		
Risultante vento str. interruttore (superficie 2.8x0.20x2)	1.21	1.90	2.30		
			11.71		
Risultante sisma macchinari interruttore	0.53	4.40	2.31		
Risultante sisma struttura interruttore	0.26	1.90	0.49		
			2.80		

	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-11-r00	Pag. 70
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

Verifica a ribaltamento per vento				
La verifica a ribaltamento più sfavorevole è con vento in direzione X				
	Risultante [kN]		H appl. su imposta [m]	
Risultante vento interruttore (superficie 2.2x0.30x3 m)	3.21		4.70	15.08
Risultante vento str. interruttore (superficie 2.8x0.20x2 m)	1.81		2.20	3.99
				19.07
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	braccio [m]	M _{stab} [kN m]
Peso macchinari sezionatore	10.50	100%	0.70	7.35
Peso struttura sezionatore	5.20	100%	0.70	3.64
G1 platea	50.40	100%	0.70	35.28
G1 baggioli	16.20	100%	0.70	11.34
G2 riempimento	56.40	0%	0.70	0.00
				57.61
		M _{Sd} /M _{stab} =	3.02	> 1.0 OK
Verifica a scorrimento per vento				
Azioni sollecitanti			[kN]	
Risultante vento interruttore (superficie 2.2x0.30x3 m)			3.21	
Risultante vento str. interruttore (superficie 2.8x0.20x2 m)			1.81	
			5.02	
	F _{Sd}	17	F _{stab}	0.20
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	[kN]	
Peso macchinari sezionatore	10.50	100%	2.10	
Peso struttura sezionatore	5.20	100%	1.04	
G1 platea	50.40	100%	10.10	
G1 baggioli	16.20	100%	3.25	
G2 riempimento	56.40	0%	0.00	
			16.49	
		F _{Sd} /F _{stab} =	3.28	> 1.1 OK

	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-11-r00	Pag. 71
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DELLE FONDAZIONI DIRETTE COMBINAZIONE										VENTO
<u>Dimensioni del plinto</u>										
B =	1.40	m								
L =	4.80	m								
spessore ricoprimento	0	m								
spessore fondaz.	0.30	m								
D =	0.80	m								
<u>Sollecitazioni SLU alla base del plinto</u>										
N =	180.31	kN								
V _x =	5.02	kN								
V _y =	0.00	kN								
M _{xx} =	0.00	kNm								
M _{yy} =	19.07	kNm								
<u>Caratteristiche del terreno</u>										
Terreno immerso [s/n] =	NO									
γ =	19.0	kN/m3								
γ' =	19.0	kN/m3								
γ ₂ =	19.0	kN/m3								
γ ₂ ' =	19.0	kN/m3								
φ =	26	°								
c' =	0	kN/m2								
<u>Calcolo della capacità portante</u>										
F =	5.02	kN								
F/N =	0.03									
e _x =	0.11	m								
B' =	1.19	m								
e _y =	0.00	m								
L' =	4.80	m								
q = γ' D =	15.2	kN/m2								
<u>Fattori di capacità portante (Vesic, 1975):</u>										
N _c =	22.25									
N _q =	11.85									
N _γ =	12.54									
<u>Fattori di forma della fondazione (De Beer, 1967):</u>										
s _c =	1.05									
s _q =	1.12									
s _γ =	0.90									
<u>Fattore di inclinazione del carico (Vesic, 1970):</u>										
i _c =	0.95									
i _q =	0.95									
i _γ =	0.92									
Q _{lim} =	310	kN/m2								
N _{lim} =	1 767	kN								
γ _{R3} =	2.3									
N _{Rd} = N _{lim} /γ _{R3} =	768.3									
F _s = N _{Rd} / N =	4.26	ok								

8.7.1. Terminale cavi

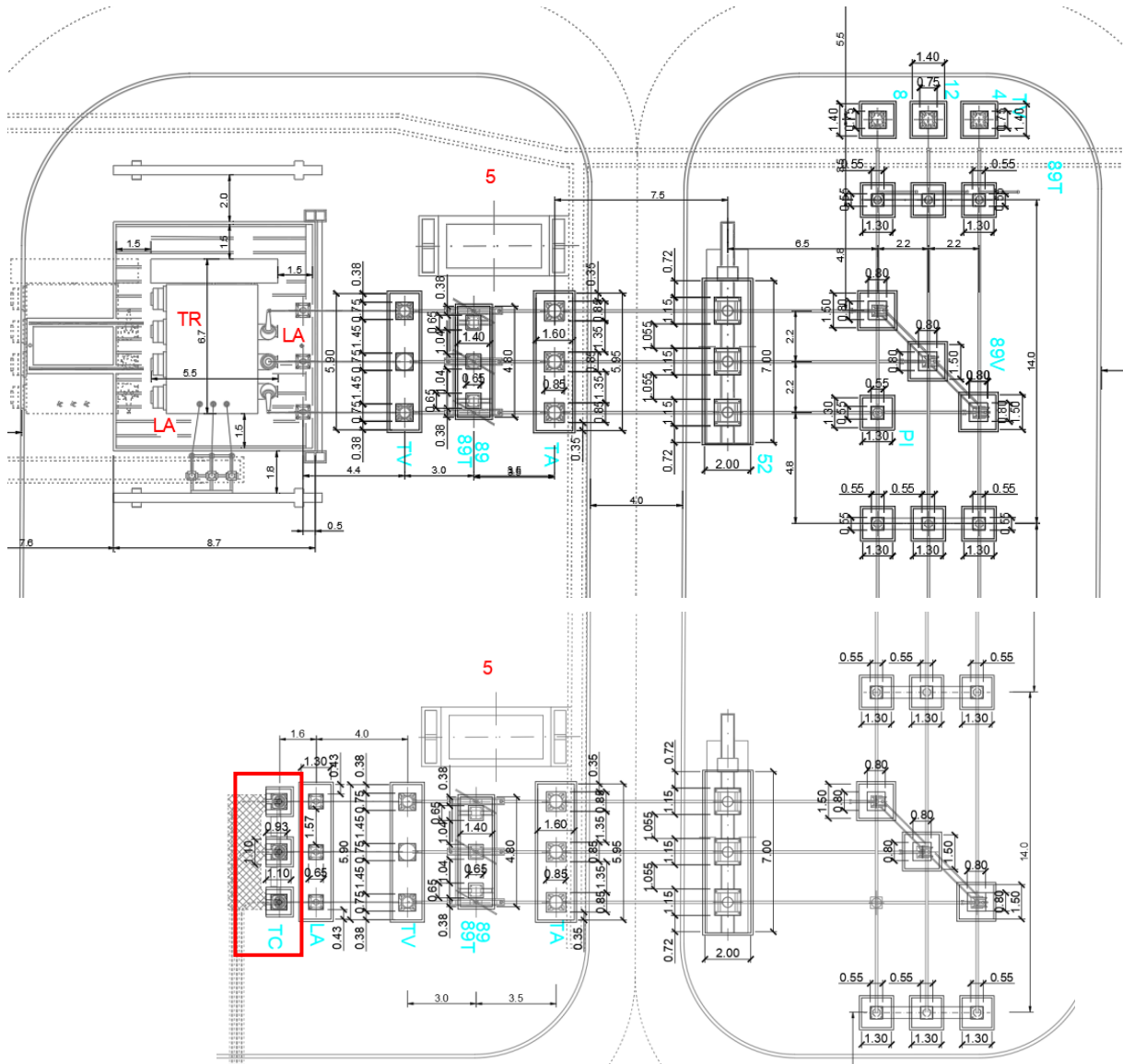


Figura 8.21 – Planimetria degli elementi della sottostazione utente (Nord)

	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-11-r00	Pag. 73
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

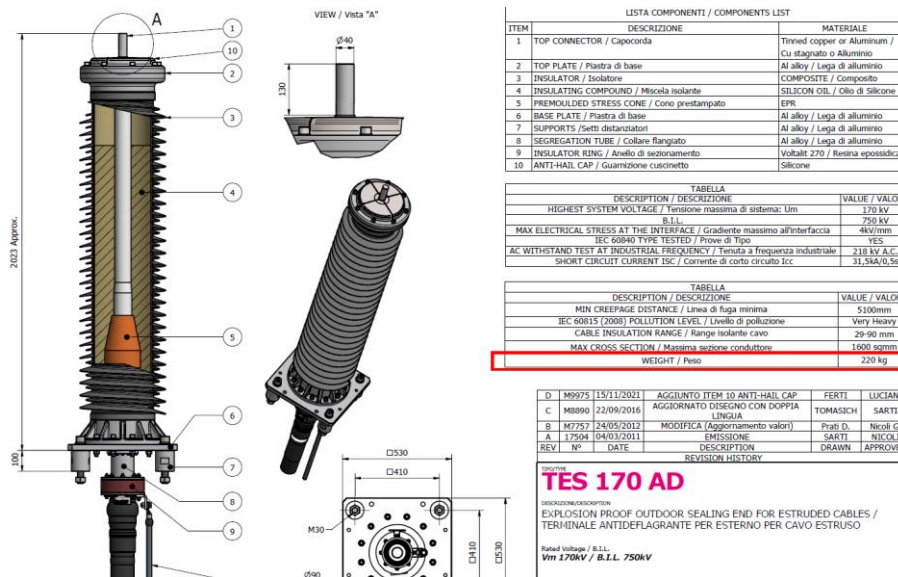


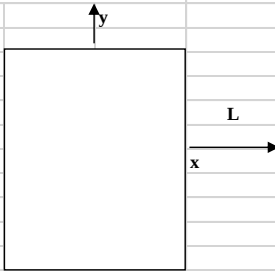
Figura 8.22 – Dati tecnici sezionatore tripolare

Dimensioni platea [m]					
distanza da pavimento a estradosso platea	0.50				
larghezza Lx	1.10				
lunghezza Ly	1.10				
spessore	0.30				
Analisi dei carichi					
	kN/mq	mq		kN	H appl. [m]
Peso macchinari terminali cavi				2.20	3.60
Peso struttura terminali cavi				2.25	1.30
G1 platea	7.50	1.21	=>	9.08	
G1 baggiolo	12.50	0.49	=>	6.13	
G2 riempimento	10.00	0.72	=>	7.20	
				0.80	-0.40
	kN/mq	c _t	sopravento	sottovento	radente
Valore di riferimento vento	0.50	1.80	0.72	-0.36	0.09
Ordinata massima spettro SLV (adimensionale su g)	0.050				
Calcolo delle azioni (azioni caratteristiche e SLV)					
	Risultante [kN]	H appl. su fond. [m]	Mrib [kN m]		
Risultante vento terminale (superficie 2.0x0.40 m)	0.864	4.10	3.54		
Risultante vento str. terminale (superficie 2.6x0.30 m)	0.842	1.80	1.52		
			5.06		
Risultante sisma macchinari terminale	0.110	4.10	0.45		
Risultante sisma struttura terminale	0.113	1.80	0.20		
			0.65		

	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-11-r00	Pag. 74
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

Verifica a ribaltamento per vento					
Vento in direzione X					
	Risultante [kN]		H appl. su imposta [m]		
Risultante vento terminale (superficie 2.0x0.40 m)	1.30		4.40	5.70	
Risultante vento str. terminale (superficie 2.6x0.30 m)	1.26		2.10	2.65	
				8.36	
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	braccio [m]	M _{stab} [kN m]	
Peso macchinari terminali cavi	2.20	100%	0.55	1.21	
Peso struttura terminali cavi	2.25	100%	0.55	1.24	
G1 platea	9.08	100%	0.55	4.99	
G1 baggiolo	6.13	100%	0.55	3.37	
G2 riempimento	7.20	0%	0.55	0.00	
				10.81	
		M _{Sd} /M _{stab} =	1.29	> 1.0 OK	
Verifica a scorrimento per vento					
Azioni sollecitanti					
			[kN]		
Risultante vento terminale (superficie 2.0x0.40 m)			1.30		
Risultante vento str. terminale (superficie 2.6x0.30 m)			1.26		
			2.56		
	F _{Sd}	17	F _{stab}	0.20	
	[kN]	[%]	[kN]		
Contributi stabilizzanti:					
Peso macchinari terminali cavi	2.20	100%	0.44		
Peso struttura terminali cavi	2.25	100%	0.45		
G1 platea	9.08	100%	1.82		
G1 baggioli	6.13	100%	1.23		
G2 riempimento	7.20	0%	0.00		
			3.94		
		F _{Sd} /F _{stab} =	1.54	> 1.1 OK	

	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-11-r00	Pag. 75
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DELLE FONDAZIONI DIRETTE COMBINAZIONE										VENTO
<u>Dimensioni del plinto</u>										
B =	1.10	m								
L =	1.10	m								
spessore ricoprimento	0.50	m								
spessore fondaz.	0.30	m								
D =	0.80	m								
<u>Sollecitazioni SLU alla base del plinto</u>										
N =	25.55	kN								
V _x =	2.56	kN								
V _y =	0.00	kN								
M _{xx} =	0.00	kNm								
M _{yy} =	8.36	kNm								
<u>Caratteristiche del terreno</u>										
Terreno immerso [s/n] =										
γ =	19.0	kN/m3								
γ' =	19.0	kN/m3								
γ ₂ =	19.0	kN/m3								
γ ₂ ' =	19.0	kN/m3								
φ =	26	°								
c' =	0	kN/m2								
<u>Calcolo della capacità portante</u>										
F =	2.56	kN								
F/N =	0.10									
e _x =	0.33	m								
B' =	0.45	m								
e _y =	0.00	m								
L' =	1.10	m								
q = γ' D =	15.2	kN/m2								
<u>Fattori di capacità portante (Vesic, 1975):</u>										
N _c =	22.25									
N _q =	11.85									
N _γ =	12.54									
<u>Fattori di forma della fondazione (De Beer, 1967):</u>										
s _c =	1.08									
s _q =	1.20									
s _γ =	0.84									
<u>Fattore di inclinazione del carico (Vesic, 1970):</u>										
i _c =	0.82									
i _q =	0.83									
i _γ =	0.75									
q _{lim} =	214	kN/m2								
N _{lim} =	105	kN								
γ _{R3} =	2.3									
N _{Rd} = N _{lim} /γ _{R3} =	45.5									
F _s = N _{Rd} / N =	1.78	ok								

8.7.1. Vasca trasformatore

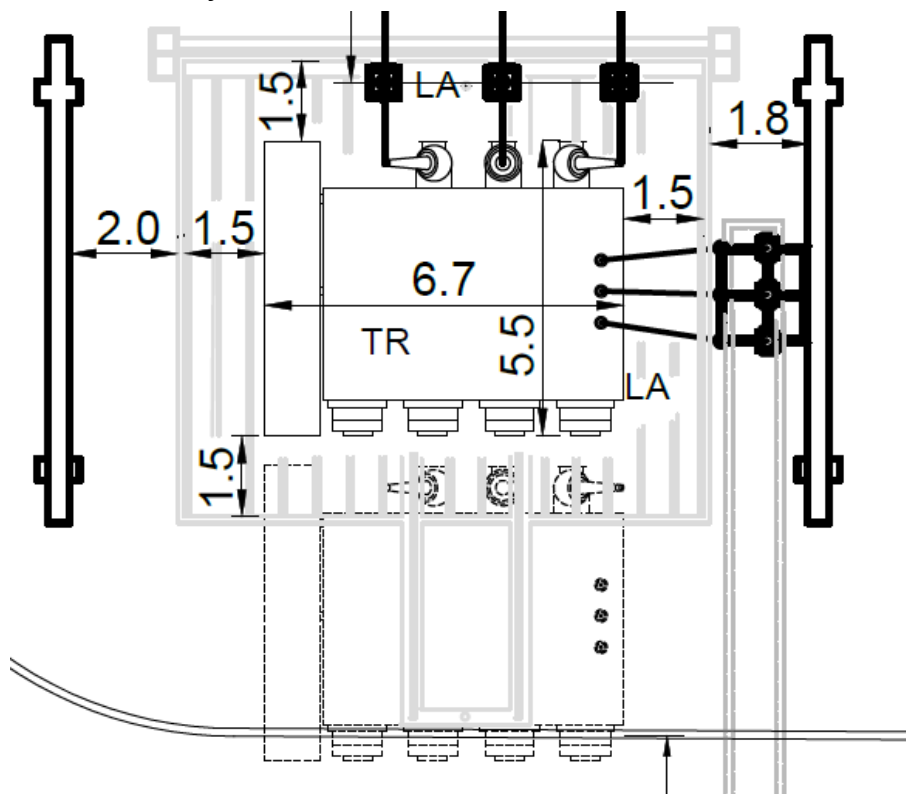


Figura 8.23 – Planimetria della vasca del trasformatore

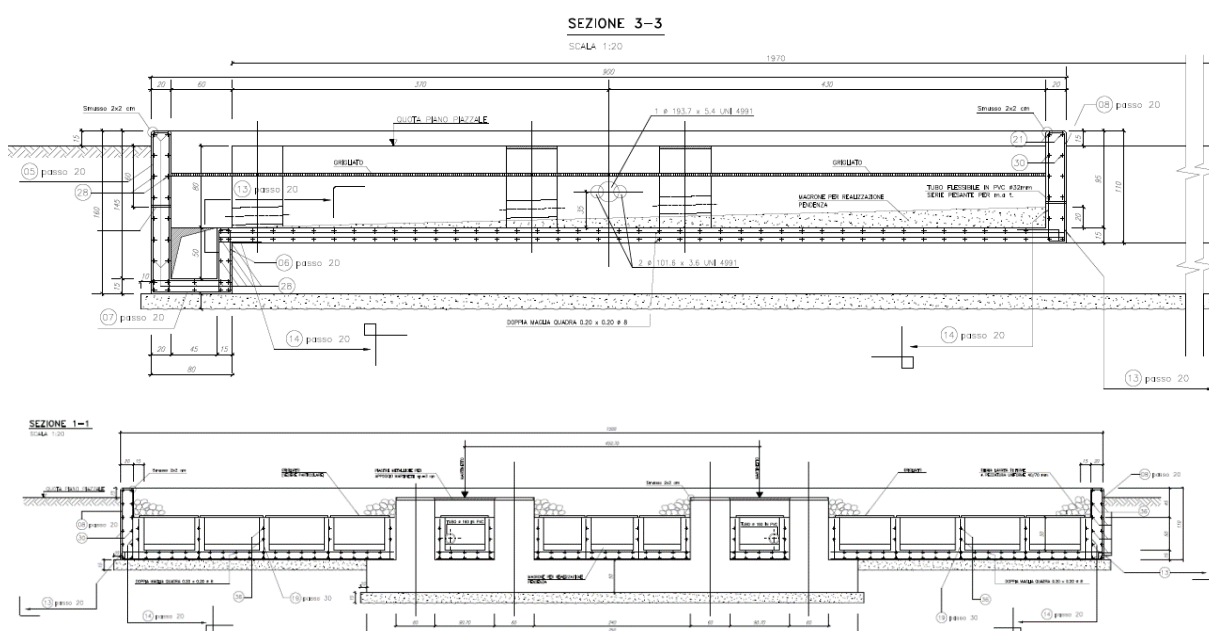
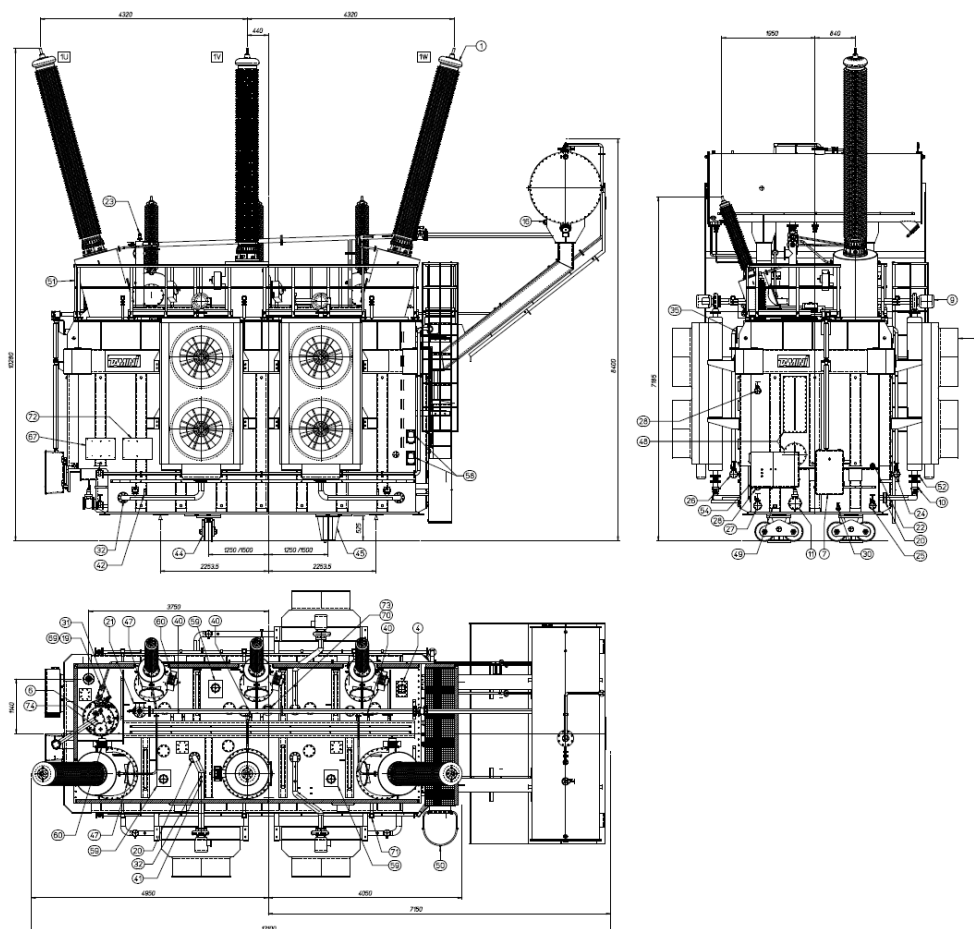


Figura 8.24 – Sezioni vasca trasformatore



DATI TECNICI		TECHNICAL DATA		CARACTERISTIQUES	
TRASF. TRIFASE TIPO THREE PHASE TRANSF. TYPE TRANSF. TRIPHASE TYPE		: ATOE (OFAF)		Hz: 50	
POTENZA NOMINALE RATING POWER PUISSANCE NOMINALE		MVA : 250			
TENSIONI A VUOTO NO LOAD RATIO TENSION A VIDE		V : 400000 / 155000±5x2%			
COLLEGAMENTI CONNECTIONS : STELLA CON NEUTRO COUPLAGES					
GRUPPO VETTORIALE VECTOR GROUP GROUPE VECTORIEL		: YNa0			
NORME DI RIFERIMENTO STANDARDS NORME DE EXECUTION		: CEI EN 60076			
PESI WEIGHTS POIDS	OLIO : 57 Tons OIL HUILE	ESTRAIBILE CORE & COILS : 115 Tons DECUVABLE	TOTALE TOTAL : 222 Tons TOTAL		
CLIENTE : TERNA Rete Italia CUSTOMER CLIENT					
ORDINE CLIENTE : C.Q. 6000003310 del 12.01.2021 CUSTOMER ORDER ORDRE CLIENT					

Figura 8.25 – Dati tecnici trasformatore

La vasca del trasformatore deve avere un volume tale da raccogliere l'olio del trasformatore in caso di perdita, con un margine di sicurezza di almeno il 20%; considerando che il trasformatore contiene 57'000 kg di olio (con densità pari a 0.90 kg/lt), la capienza minima della vasca deve essere di circa 63 mc.

In considerazioni delle dimensioni effettive, determinate anche dalla geometria del trasformatore, la capienza della vasca risulta effettivamente di circa 220 mc, adeguata quindi alla necessità.

Il trasformatore poggia su quattro muri al centro della vasca, che trasferiscono il carico alla platea di fondazione.

Intorno al trasformatore il piano di calpestio è costituito da pannelli in grigliato elettrosaldato, per consentire il transito per operazioni di manutenzione e lasciare la possibilità dello sversamento dell'olio del trasformatore nella vasca in caso di perdite.

I pannelli in grigliato sono poggiati sulle pareti laterali della vasca e su muretti rompitratta, ed hanno una luce di calcolo massima pari a 1.00 m.

Si prescrive l'utilizzo di un grigliato di portata analoga al grigliato Orsogril Potissimum Edilizia 40x2 mm maglia 25x76 mm (peso circa 25 kg/mq) o equivalente, che garantisce una portata di almeno 6.00 kN/mq per una luce di calcolo fino a 1.50 m.

			ANTITACCO		ANTISFERA		EDILIZIA	
BARRA PORTANTE		BARRA TRASVERSALE	N. barre portanti					
H	S	L	Maglia					
mm	mm	mm	Peso	kg/m ²	kg/m ²	kg/m ²	kg/m ²	kg/m ²
25	2	998		25,2	-	18,0	18,4	15,8
30	2	998		30,1	-	21,5	-	18,9
40	2	998		40,1	-	-	-	25,0
25	3	999		38,1	-	-	-	23,6
30	3	999		45,7	-	32,2*	-	28,2
40	3	999		61,0	-	-	-	37,6
50	3	999		76,2	-	-	-	46,9
60	3	999		92,4	-	-	-	57,1
70	3	999		107,8	-	-	-	66,5
80	3	999		123,2	-	-	-	-
40	4	1000		-	-	57,6	-	50,4
50	4	1000		-	-	72,0	-	63,0
60	4	1000		-	-	87,2	-	76,3
70	4	1000		-	-	101,8	-	89,0

Figura 8.26 – Caratteristiche dei grigliati

		INTERASSE BARRE PORTANTI mm							
BARRA PORTANTE		11	15	22	25	30	34	44	66
mm		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
20 x 2	luce netta	1129	1045	933	894	842	807	741	633
	freccia	5,00	5,00	4,65	4,46	4,21	4,02	3,70	2,96
25 x 2	luce netta	1335	1235	1123	1087	1039	1007	926	792
	freccia	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,62	3,71
30 x 2	luce netta	1531	1417	1287	1247	1191	1154	1082	950
	freccia	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,44
40 x 2	luce netta	1900	1758	1597	1547	1478	1432	1343	1214
	freccia	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
25 x 3	luce netta	1478	1367	1242	1203	1150	1114	1045	926
	freccia	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,62
30 x 3	luce netta	1694	1568	1425	1380	1318	1278	1198	1082
	freccia	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
40 x 3	luce netta	2102	1945	1768	1712	1636	1585	1486	1343
	freccia	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
50 x 3	luce netta	2485	2300	2090	2024	1934	1874	1757	1588
	freccia	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
60 x 3	luce netta	2850	2637	2396	2321	2217	2149	2015	1821
	freccia	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
70 x 3	luce netta	3199	2960	2690	2605	2489	2412	2262	2044
	freccia	5,00	5,00	5,00	4,99	5,00	5,00	5,00	5,00
80 x 3	luce netta	3536	3272	2973	2880	2751	2667	2500	2259
	freccia	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
30 x 4	luce netta	1821	1685	1531	1483	1417	1373	1287	1163
	freccia	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
40 x 4	luce netta	2259	2090	1900	1840	1758	1704	1597	1443
	freccia	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
50 x 4	luce netta	2671	2471	2246	2175	2078	2014	1888	1706
	freccia	5,00	4,99	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
60 x 4	luce netta	3062	2834	2575	2494	2383	2309	2165	1956
	freccia	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
70 x 4	luce netta	3437	3181	2890	2800	2675	2592	2430	2196
	freccia	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00

Figura 8.27 – Tabelle di portata dei grigliati

	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-11-r00	Pag. 80
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

Dimensioni trasformatore [m]					
larghezza Lx	10.00				
lunghezza Ly	6.20				
Altezza trasformatore da piano campagna	7.00				
Dimensioni platea [m]					
larghezza Lx	7.50	Lx < Ly			
lunghezza Ly	9.00				
spessore	0.65				
profondità piano di posa	1.45				
profondità minima falda	10.00				
Analisi dei carichi (valori caratteristici)					
	kN/mq	mq		kN	H appl. [m]
Peso macchinari				2220.00	3.50
G1 platea	16.25	67.50	=>	1096.88	
G1 pareti perimetrali (H 0.95 m)	23.75	3.00	=>	71.25	
G1 pareti supporto trasformatore (H 0.80 m)	20.00	20.64	=>	412.80	
G1 pareti supporto grigliati (H 0.50 m)	12.50	12.90	=>	161.25	
G2 grigliati + ghiaia 20 cm	4.70	45.90	=>	215.73	
Q su grigliati	11.00	21.00	=>	231.00	
			0.80	-0.40	0.10
	kN/mq	c _t	sopravento	sottovento	radente
Valore di riferimento vento	0.50	1.80	0.72	-0.36	0.09
Ordinata massima spettro SLV (adimensionale su g)	0.05				
Calcolo delle azioni (azioni caratteristiche e SLV)					
	Risultante [kN]	H _{appl.} su fond. [m]	M _{rib} [kN m]		
Ris. vento su trasformatore (sup. 7.00x6.20) dir X	46.87	4.30	201.55		
			201.55		
Ris. vento su trasformatore (sup. 7.00x10.00) dir Y	75.60	4.30	325.08		
			325.08		
Risultante sisma su trasformatore	111.00	4.30	477.30		
			477.30		

	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-11-r00	Pag. 81
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

Verifica a ribaltamento per sisma					
La verifica a ribaltamento più sfavorevole è con sisma in direzione X					
	Risultante [kN]		H _{appl.} su fond. [m]		
Risultante sisma su trasformatore	111.00		4.95	549.45	
				549.45	
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	braccio [m]	M _{stab} [kN m]	
Peso macchinari	2220.00	100%	3.75	8325.00	
G1 platea	1096.88	100%	3.75	4113.28	
G1 pareti perimetrali (H 0.95 m)	71.25	100%	3.75	267.19	
G1 pareti supporto trasformatore (H 0.80 m)	412.80	100%	3.75	1548.00	
G1 pareti supporto grigliati (H 0.50 m)	161.25	100%	3.75	604.69	
G2 grigliati + ghiaia 20 cm	215.73	0%	3.75	0.00	
				14858.16	
		M _{Sd} /M _{stab} =	27.04	> 1.0 OK	
Verifica a scorrimento per sisma					
Azioni sollecitanti			[kN]		
Risultante sisma su macchinari			111.00		
			111.00		
	F _{Sd}	17	F _{stab}	0.20	
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	[kN]		
Peso macchinari	2220.00	100%	444.94		
G1 platea	1096.88	100%	219.84		
G1 pareti perimetrali (H 0.95 m)	71.25	100%	14.28		
G1 pareti supporto trasformatore (H 0.80 m)	412.80	100%	82.74		
G1 pareti supporto grigliati (H 0.50 m)	161.25	100%	32.32		
G2 grigliati + ghiaia 20 cm	215.73	0%	0.00		
			794.12		
		F _{Sd} /F _{stab} =	7.15	> 1.1 OK	

	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-11-r00	Pag. 83
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DELLE FONDAZIONI DIRETTE COMBINAZIONE										SISMA
<u>Dimensioni del plinto</u>										
	B =	7.50	m							
	L =	9.00	m							
	spessore ricoprim	0	m							
	spessore fondaz	0.65	m							
	D =	1.45	m							
<u>Sollecitazioni alla base del plinto</u>										
	N =	4177.91	kN							
	N =	4177.91	kN							
	V _x =	111.00	kN							
	V _y =	33.30	kN							
	M _{xx} =	164.84	kNm							
	M _{yy} =	549.45	kNm							
<u>Caratteristiche del terreno</u>										
	Terreno immerso [s/n] =	NO								
	γ =	19	kN/m3							
	γ' =	19	kN/m3							
	γ ₂ =	19	kN/m3							
	γ ₂ ' =	19	kN/m3							
	φ =	26	°							
	c' =	0	kN/m2							
<u>Calcolo della capacità portante</u>										
	F =	115.89	kN							
	F/N =	0.03								
	e _x =	0.13	m							
	B' =	7.24	m							
	q = γ' D =	27.55	kN/m2							
<u>Fattori di capacità portante (Vesic, 1975):</u>										
	N _c =	22.25								
	N _q =	11.85								
	N _γ =	12.54								
<u>Fattori di forma della fondazione (De Beer, 1967):</u>										
	S _c =	1.16								
	S _q =	1.40								
	S _γ =	0.68								
<u>Fattore di inclinazione del carico (Vesic, 1970):</u>										
	i _c =	0.95								
	i _q =	0.96								
	i _γ =	0.93								
	q _{lim} =	978	kN/m2							
	N _{lim} =	63 162	kN							
	γ _{R3} =	2.3								
	N _{Rd} = N _{lim} /γ _{R3} =	27461.7								
	F _s = N _{Rd} / N =	6.57	ok							

8.8. Strutture di fondazione torre faro

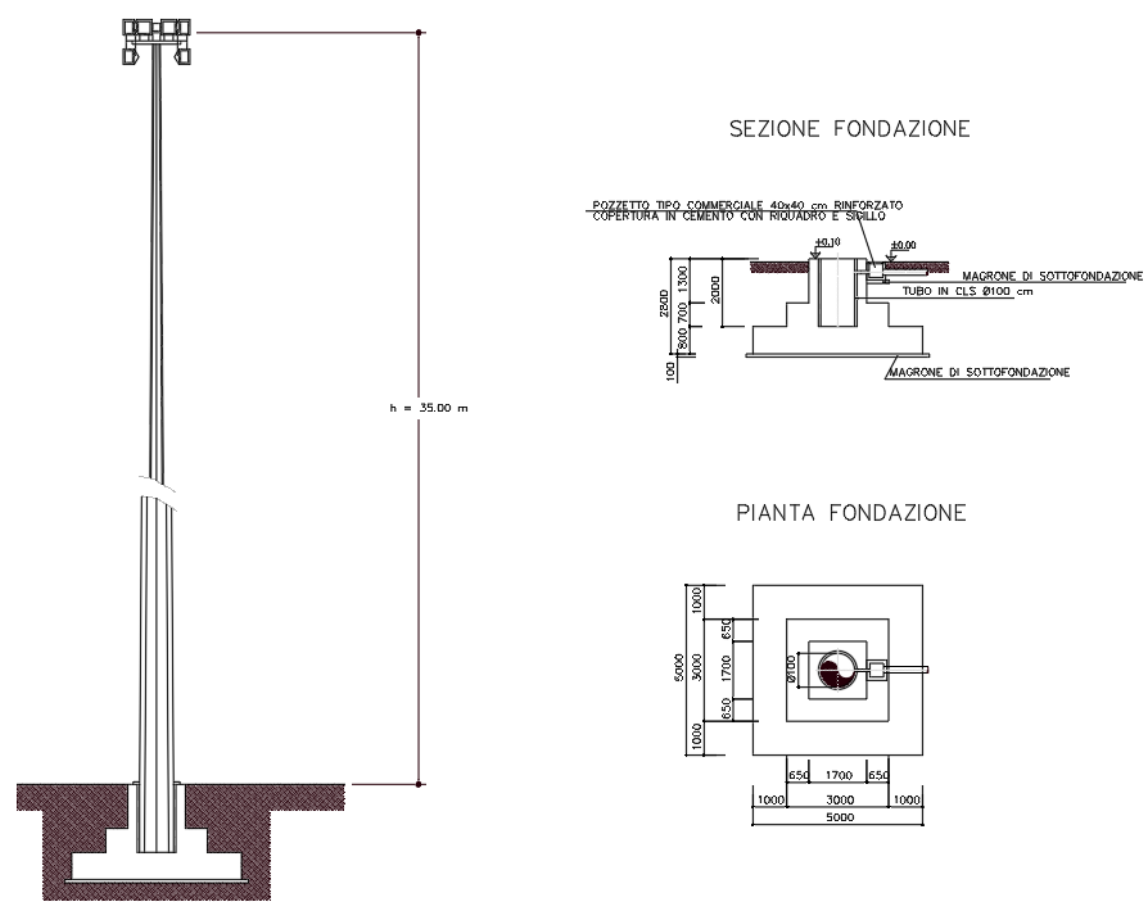
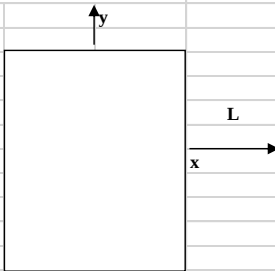


Figura 8.28 – Planimetria e sezione plinto torre faro

Dimensioni cabina [m]					
larghezza Lx					
lunghezza Ly					
larghezza copertura Lcopx	2.00				
larghezza copertura Lcopy	2.00				
Altezza estradosso copertura da piano campagna	35.00				
Dimensioni plinto [m]					
spessore ricoprimento	2.00				
larghezza Lx	5.00				
lunghezza Ly	5.00				
spessore	0.80				
Analisi dei carichi (valori caratteristici)					
	kN/mq	mq		kN	H appl. [m]
G1 corpo illuminante				2.00	35.00
G1 struttura				10.00	17.50
G1 platea	20.00	25.00	=>	500.00	
G1 baggiolo	20.00	9.00	=>	180.00	
G2 riempimento	40.00	16.00	=>	640.00	
	kN/mq	μ		kN	
Valore di riferimento neve	0.65	0.80	=>	2.08	
		mq		kN	
Carico per uso cabina	0.00	4.00	=>	0.00	
			0.80	-0.40	0.10
	kN/mq	c _t	sopravento	sottovento	radente
Valore di riferimento vento	0.50	1.80	0.72	-0.36	0.09
Ordinata massima spettro SLV (adimensionale su g)	0.050				
Calcolo delle azioni (azioni caratteristiche e SLV)					
	Risultante [kN]	H appl. su fond. [m]	Mrib [kN m]		
Risultante vento dir X	18.90	19.50	368.55		
Risultante vento dir Y	18.90	19.50	368.55		
			368.55	368.55	
Risultante sisma G1+corpo illuminante	0.10	37.00	3.70		
Risultante sisma G1 struttura	0.50	19.50	9.75		
			13.45		

Verifica a ribaltamento per vento (SLU)				
La verifica a ribaltamento più sfavorevole è con vento in direzione X				
	Risultante [kN]		H appl. su imposta [m]	
Risultante vento dir X	28.35		20.30	575.51
				575.51
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	braccio [m]	M _{stab} [kN m]
G1 corpo illuminante	2.00	100%	2.50	5.00
G1 struttura	10.00	100%	2.50	25.00
G1 platea	500.00	100%	2.50	1250.00
G1 baggiolo	180.00	100%	2.50	450.00
G2 riempimento	640.00	0%	2.50	0.00
				1730.00
		M _{Sd} /M _{stab} =	3.01	> 1.0 OK
Verifica a scorrimento per vento (SLU)				
Azioni sollecitanti			[kN]	
Risultante vento dir X			28.35	
			28.35	
	F _{Sd}	17	F _{stab}	0.20
Contributi stabilizzanti:	[kN]	[%]	[kN]	
G1 corpo illuminante	2.00	100%	0.40	
G1 struttura	10.00	100%	2.00	
G1 platea	500.00	100%	100.21	
G1 baggiolo	180.00	100%	36.08	
G2 riempimento	640.00	0%	0.00	
			102.62	
		F _{Sd} /F _{stab} =	3.62	> 1.1 OK

	Rev. 0	Data Agosto 2023	El: BI028F-D-PAL-RT-11-r00	Pag. 87
			RELAZIONE DI CALCOLO DELLE FONDAZIONI	

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DELLE FONDAZIONI DIRETTE COMBINAZIONE										VENTO
<u>Dimensioni del plinto</u>										
B =	5.00	m								
L =	5.00	m								
spessore ricoprim	2.00	m								
spessore fondaz	0.80	m								
D =	0.10	m								
<u>Sollecitazioni SLU alla base del plinto</u>										
N =	899.60	kN								
V _x =	28.35	kN								
V _y =	0.00	kN								
M _{xx} =	0.00	kNm								
M _{yy} =	575.51	kNm								
<u>Caratteristiche del terreno</u>										
Terreno immerso [s/n] =		NO								
γ =	19.0	kN/m3								
γ' =	19.0	kN/m3								
γ ₂ =	19.0	kN/m3								
γ ₂ ' =	19.0	kN/m3								
φ =	26	°								
c' =	0	kN/m2								
<u>Calcolo della capacità portante</u>										
F =	28.35	kN								
F/N =	0.03									
e _x =	0.64	m								
B' =	3.72	m								
e _y =	0.00	m								
L' =	5.00	m								
q = γ' D =	1.9	kN/m2								
<u>Fattori di capacità portante (Vesic, 1975):</u>										
N _c =	22.25									
N _q =	11.85									
N _γ =	12.54									
<u>Fattori di forma della fondazione (De Beer, 1967):</u>										
s _c =	1.15									
s _q =	1.36									
s _γ =	0.70									
<u>Fattore di inclinazione del carico (Vesic, 1970):</u>										
i _c =	0.95									
i _q =	0.95									
i _γ =	0.92									
q _{lim} =	316	kN/m2								
N _{lim} =	5 876	kN								
γ _{R3} =	2.3									
N _{Rd} = N _{lim} /γ _{R3} =	2554.6									
F _s = N _{Rd} / N =	2.84	ok								