



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA PROVINCIA DI NUORO

Comuni di:



Villagrande Strisaili



Tortolì



Girasole

IMPIANTI DI GENERAZIONE ELETTRICA DA FONTI RINNOVABILI

Codici Rintracciabilità Terna: 201900807 - 201900878 - 201901210

PROGETTO OPERE DI RETE PIANO TECNICO DELLE OPERE

TITOLO

RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA RIMOZIONE LIMITAZIONI ELETTRODOTTO ARBATAX - FLUMENDOSA II

COMMITTENTE



Queequeg Renewables, Ltd

Unit 3.21, 1110 Great West Road
TW80GP London (UK)

Company number: 111780524



Econergy Project 2

via Alessandro Manzoni 30,
20121, Milano (MI)

PROGETTAZIONE



tecnoprogetti
engineering & consulting

Ing. Marco A. L. Murru

Via Pietro Nenni, 11
09042 Monserrato (CA)
tel+39(0)70/5740021

GRUPPO DI LAVORO

TIMBRI

Ing. Marco A. L. Murru: Coordinamento e progetto impianti elettrici

Ing. Mauro Murru: progetto impianti elettrici

Geol. Nicola Demurtas: parte Geologica e Idrogeologica

Ing. Valentina Pisu: parte Ambientale

Rev.	n. Documento	Scala	Redatto	Verificato	Approvato	Data
01	2332E 10050	NA	Relatori Vari	Valentina Pisu	M. A. L. Murru	OTT 2023

PROGETTAZIONE: Tecnoprogetti Engineering & Consulting Ing. Marco Angelo Luigi Murru via Pietro Nenni, 11- 09042 – Monserrato (CA)	CLIENTE: QUEEQUEG RENEWABLES, LTD Unit 3.21, 1110 Great West Road - TW80GP London (UK) Ecoenergy Project 2 S.r.l. via Alessandro Manzoni, 30 - 20121 MILANO (MI)	DOCUMENTO: 2332E 10500 Rev. 00 del 28/03/2022
OGGETTO: IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE RINNOVABILE - PIANO TECNICO OPERE DI RETE - RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA - RIMOZIONE LIMITAZIONI ELETTRODOTTO "ARBATAX- FLUMENDOSA II" -		Pag. 2 di 38

INDICE

1.	OGGETTO E SCOPO	3
2.	DESCRIZIONE DELLE OPERE.....	4
2.1.	LOCALIZZAZIONE DELLE AREE DI INTERVENTO E SOLUZIONI PROPOSTE	4
3.	RIMOZIONE DELLE LIMITAZIONI SULLA LINEA T.318 "FLUMENDOSA II – ARBATAX"	5
4.	SOSTITUZIONE CON CONDUTTORI AD ALTA TEMPERATURA	5
5.	SOSTITUZIONE DEI PALI E DEI CONDUTTORI CON ALTRI TRADIZIONALI.....	7
5.1.1.	Caratteristiche elettriche dell'elettrodotto.....	7
5.1.2.	Sostegni di linea.....	7
5.1.3.	Distanza tra i sostegni.....	8
5.1.4.	Conduttori e funi di guardia	8
5.1.4.1.	Stato di tensione meccanica	8
5.1.4.2.	Capacità di trasporto.....	9
5.1.5.	Scelta dei sostegni	9
5.1.5.1.	Caratteristiche geometriche dei sostegni previsti	12
5.1.5.2.	Isolamento	19
5.1.5.3.	Caratteristiche elettriche	20
5.1.5.4.	Morsetteria e armamenti	21
5.1.5.4.1.	Conduttori.....	21
5.1.5.4.2.	Scelta degli armamenti per i conduttori di fase	23
5.1.5.4.3.	Fune di guardia	26
5.1.5.4.1.	Scelta degli armamenti per la fune di guardia.....	27
5.1.6.	Valutazione distanza da altre opere	31
5.1.7.	Fondazioni	32
5.1.7.1.	Messa a terra dei sostegni.....	33
5.1.7.2.	Scavi.....	33
5.1.7.3.	Opere civili – Fondazioni sostegni di linea	33
5.1.7.3.1.	Fondazioni a plinto con riseghe	34
5.1.7.3.2.	Pali trivellati	36
5.1.7.3.3.	Micropali	37
5.1.7.3.4.	Tiranti in roccia.....	38
6.	CONCLUSIONI.....	38

PROGETTAZIONE: Tecnoprogetti Engineering & Consulting Ing. Marco Angelo Luigi Murru via Pietro Nenni, 11- 09042 – Monserrato (CA)	CLIENTE: QUEEQUEG RENEWABLES, LTD Unit 3.21, 1110 Great West Road - TW80GP London (UK) Ecoenergy Project 2 S.r.l. via Alessandro Manzoni, 30 - 20121 MILANO (MI)	DOCUMENTO: 2332E 10500 Rev. 00 del 28/03/2022
OGGETTO: IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE RINNOVABILE - PIANO TECNICO OPERE DI RETE - RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA - RIMOZIONE LIMITAZIONI ELETTRODOTTO "ARBATAX- FLUMENDOSA II" -		Pag. 3 di 38

1. Oggetto e scopo

Oggetto della seguente relazione è il progetto definitivo per le opere di rete necessarie alla connessione di diversi impianti di produzione di energia rinnovabile da fonte eolica e fotovoltaica, da realizzarsi in agro dei Comuni di Ballao, Siurgus Donigala, Mandas e Armungia in Provincia Sud Sardegna.

In particolare, facendo riferimento alle STMG di pertinenza, le opere di rete sono necessarie a permettere l'immissione dell'energia rinnovabile proveniente da:

Impianto Eolico da 92.4 MW nel Comune di Ballao (CA), STMG Codice Pratica 201900807;

Impianto Fotovoltaico da 55 MW nei Comuni di Siurgus Donigala e Mandas (CA), STMG Codice Pratica 201900878.

Impianto Eolico nel Comune di Jerzu (NU) Codice Pratica 201901210 (Sarda Eolica)

In particolare per il primo impianto la STMG elaborata prevede che l'impianto venga collegato in antenna a 150 kV con una nuova stazione Elettrica (SE) della RTN da inserire in entra esce alla linea "Goni-Eaf Armungia".

Al fine di permettere l'immissione dell'energia rinnovabile prodotta dai sudetti impianti il Gestore della rete evidenzia la necessità di diversi interventi, tra i quali che interessano il Proponente / Produttore titolare delle STMG sopra mezionate:

- realizzazione di una nuova SE della RTN a 150 kV da inserire in entra esce alla linea "Muravera – Selargius";
- realizzazione di un nuovo elettrodotto a 150 kV di collegamento tra le stazioni suddette.
- il potenziamento , rifacimento e rimozione delle limitazioni sulle linee RTN a 150 kV "Goni- Ulassai", "Isili – Flumendosa II", "Arbatax- Lanusei" e "Arbatax – Flumendosa II".

Tra le ripartizioni degli interventi tra i vari proponenti Produttori interessati al proponente Produttore è stata assegnata la progettazione delle due nuove Stazioni Elettriche della RTN, l'elettrodotto congiungente l'edue nuove Stazioni Elettriche e la rimozione delle limitazioni sulla linea RTN a 150 kV "Arbatax – Flumendosa II", mentre gli altri di interventi di rimozione delle limitazioni, sopra citati, sono in capo ad altri Produttori interessati per la connessione dei propri impianti alla stessa zona della RTN.

Lo scopo del presente documento è quello di descrivere le soluzioni progettuali per rimozione delle limitazioni sulla linea RTN a 150 kV "Arbatax – Flumendosa II".

Tale documento è sottoposto al Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale Terna S.p.A. per il benessere del progetto per l'Autorizzazione Unica.

PROGETTAZIONE: Tecnoprogetti Engineering & Consulting Ing. Marco Angelo Luigi Murru via Pietro Nenni, 11- 09042 – Monserrato (CA)	CLIENTE: QUEEQUEG RENEWABLES, LTD Unit 3.21, 1110 Great West Road - TW80GP London (UK) Ecoenergy Project 2 S.r.l. via Alessandro Manzoni, 30 - 20121 MILANO (MI)	DOCUMENTO: 2332E 10500 Rev. 00 del 28/03/2022
OGGETTO: IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE RINNOVABILE - PIANO TECNICO OPERE DI RETE - RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA - RIMOZIONE LIMITAZIONI ELETTRODOTTO "ARBATAX- FLUMENDOSA II" -		Pag. 4 di 38

2. Descrizione delle opere

2.1. Localizzazione delle aree di intervento e soluzioni proposte

Le aree interessate dalla proposta progettuale, insistono sui territori dei Comuni di Villagrande, Tortoli e Girasole in Provincia di Nuoro.

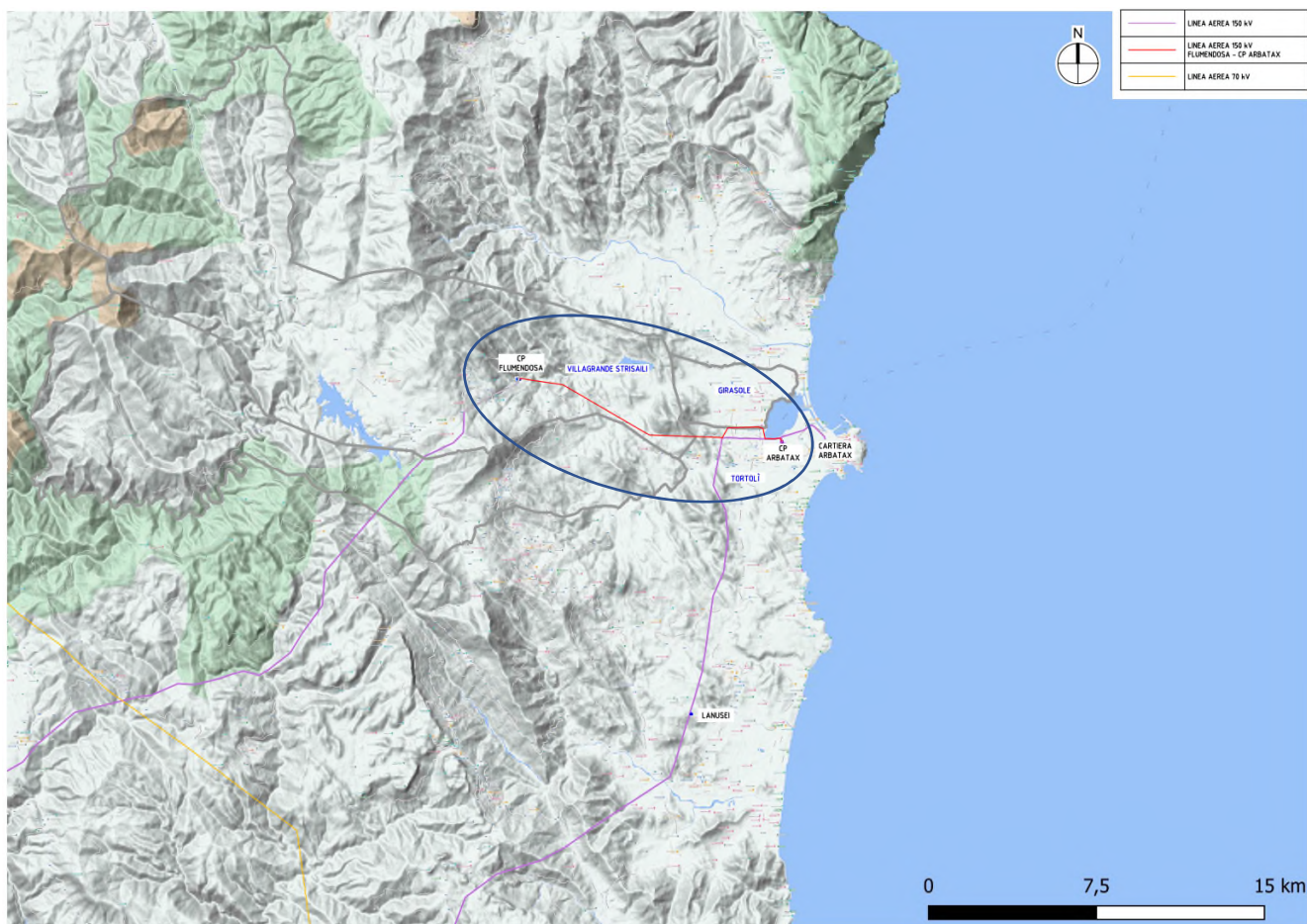


Figura 1- Rappresentazione della parte di rete interessata

Nella lettera contenente la Soluzione Tecnica Minima Generale Fornita dal Getore Terna S.p.A. indicata nell'introduzione si specifica la necessità di procedere con la rimozione delle limitazioni sulle linee T. 318 "Arbatax-Flumendosa" e T. 392 "Arbatax-Lanusei".

Il potenziamento della linea T. 392 risulta già sviluppato da altro proponente, nel presente documento si è pertanto analizzata la **rimozione delle limitazioni sulla linea T. 318 "Arbatax-Flumendosa Il salto"**.

Come indicato nello schema fasi e tabella di picchettazione di seguito riportate fornite da TERNA la linea è attualmente palificata in semplice terna dalla CP Flumendosa Il salto fino al sostegno p. 29.

In questa tratta palificata con sostegni della serie "SAE-220kV", sono installati conduttori in Alluminio-Acciaio di diametro 19,38 mm e fune di guardia in acciaio del diametro di 9 mm.

I sostegni dal palo p.29 fino al palo p. 43 immediatamente fuori alla CP Arbatax, risultano condivisi con la linea T. 392 "Arbatax-Lanusei".

PROGETTAZIONE: Tecnoprogetti Engineering & Consulting Ing. Marco Angelo Luigi Murru via Pietro Nenni, 11- 09042 – Monserato (CA)	CLIENTE: QUEEQUEG RENEWABLES, LTD Unit 3.21, 1110 Great West Road - TW80GP London (UK) Ecoenergy Project 2 S.r.l. via Alessandro Manzoni, 30 - 20121 MILANO (MI)	DOCUMENTO: 2332E 10500 Rev. 00 del 28/03/2022
OGGETTO: IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE RINNOVABILE - PIANO TECNICO OPERE DI RETE - RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA - RIMOZIONE LIMITAZIONI ELETTRODOTTO "ARBATAX- FLUMENDOSA II" -		Pag. 5 di 38

Dal sostegno p. 29 alla CP di Arbatata la terna T. 318, di nostro interesse, corre sulle mensole di sinistra di una palificata in doppia terna realizzata negli anni novanta con tralicci della serie unificata per linee 150kV e risulta armata con conduttore in Alluminio-Acciaio di diametro 31,5mm e fune di guardia da 10,5 mm, di fatto non c'è limitazione su questo tratto.

La limitazione di fatto è solamente nel tratto in semplice terna dalla CP Flumendosa II salto, dal palo P01 fino al sostegno P 29.

3. Rimozione delle limitazioni sulla linea T.318 “Flumendosa II – Arbatata”

Come descritto precedentemente la limitazione della linea T. 318 “Flumendosa II - Arbatata” dipende dalla presenza del conduttore ACSR 19,38 mm sulla tratta che parte dal palo P 01, adiacente alla Centrale Idroelettrica del II salto del Flumendosa, fino al palo P 29, che è quello dove inizia la posa in doppia terna in affiancamento alla linea T. 392 “Lanusei - Arbatata”.

Le soluzioni che permettono di contemperare un corretto equilibrio tecnico-economico per eliminare la limitazione nel tratto considerato sono due:

- 1) Sostituire nella tratta, individuata come limitante, i conduttori di fase da 19.38 e la fune di guardia da 9 mm rispettivamente con “Conduttori ad alta temperatura” ad alte prestazioni, di tipo alleggerito e fune di guardia con incorporante la fibra ottica, senza sostituire i pali presenti.
- 2) Sostituzione di tutti i sostegni con un identico numero, costruiti in adiacenza agli esistenti, in modo da mantenere inalterato l'asse e la servitù dell'elettrodotto, e nel contempo dei conduttori di fase e di guardia con sezioni identiche a quelle già presenti nel tratto in doppia terna.

4. Sostituzione con conduttori ad alta temperatura

Come da specifiche Terna l'utilizzazione di leghe termoresistenti di alluminio consente di estendere l'impiego dei conduttori a temperature limite superiori e, conseguentemente, di incrementare le portate massime transitabili nelle condizioni di limite termico, ovvero alla massima temperatura alla quale possono essere eserciti per un periodo di tempo indefinito senza un degrado sensibile delle caratteristiche meccaniche dei conduttori stessi o della relativa morsetteria.

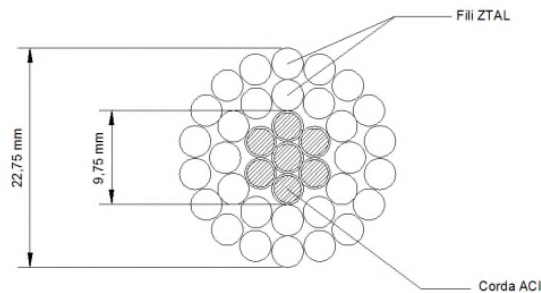
I conduttori ad alta temperatura in leghe termoresistenti di alluminio individuati dall'unificazione Terna sono caratterizzati da:

- mantello esterno realizzato con leghe di alluminio-zirconio con un limite termico di funzionamento superiore rispetto a quello dell'alluminio tradizionale, che permette di far transitare, a parità di altre condizioni, maggiore corrente;

PROGETTAZIONE: Tecnoprogetti Engineering & Consulting Ing. Marco Angelo Luigi Murru via Pietro Nenni, 11- 09042 – Monserrato (CA)	CLIENTE: QUEQUEG RENEWABLES, LTD Unit 3.21, 1110 Great West Road - TW80GP London (UK) Ecoenergy Project 2 S.r.l. via Alessandro Manzoni, 30 - 20121 MILANO (MI)	DOCUMENTO: 2332E 10500
		Rev. 00 del 28/03/2022
OGGETTO: IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE RINNOVABILE - PIANO TECNICO OPERE DI RETE - RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA - RIMOZIONE LIMITAZIONI ELETTRODOTTO "ARBATAX- FLUMENDOSA II" -		Pag. 6 di 38

- anima realizzata con materiali a ridotto coefficiente di dilatazione termica, come le leghe di ferro-nichel, che permette di mantenere frecce paragonabili a quelle dei conduttori tradizionali, anche se eserciti a temperature più elevate.

A poter garantire una portata compatibile con il tratto già equipaggiato con il conduttore ACSR da 31,5 mm, si è individuato il **conduttore ZTAL con diametro 22,75**.



FORMAZIONE	AT3	30	x	3,25
	ACI20SA	7	x	3,25
SEZIONI TEORICHE (mm ²)	AT3	248,87		
	ACI20SA	Lega Fe-Ni	43,55	
		Alluminio	14,52	
	Totale	306,94		
MASSA TEORICA (kg/m)	1,083			
RESISTENZA ELETTRICA TEORICA A 20 °C (Ω/km)	0,11068			
CARICO DI ROTTURA (daN)	9872			
TEMPERATURA DI TRANSIZIONE NOMINALE (°C)	119 (*)			
MODULO ELASTICO FINALE (daN/mm ²)	Corda ACI	13850		
	Intero Conduttore	7230		
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE TERMICA (**) (K ⁻¹)	Corda ACI	4,7E-6		
	Intero Conduttore	16,4E-6		

(*) La temperatura di transizione nominale è riferita a un conduttore teso su una campata di 400 m con un tiro base (EDS a 15°C) pari al 21% del carico di rottura.

(**) Valore massimo nell'intervallo di temperatura 100-180 °C

Tabella 1 - Conduttore a corda di lega di alluminio (ZTAL) – lega Fe-Ni rivestita di alluminio (ACI) Ø 22,75

Di seguito si riportano in tabella le caratteristiche principali del conduttore tradizionale e del conduttore ad alte prestazioni **conduttore ZTACIR**, nelle specifiche di impiego Terna questo conduttore è infatti previsto su linee 150kV con ACSR per le quali sia richiesto un incremento della portata a valori prossimi a quelli del conduttore ACSR Ø 31,5mm

Tipo	Materiale	Diametro [mm]	Sezione totale [mm ²]	Massa/Unitaria [kg/m]	Carico di rottura [dN]	Temperatura conduttore [°C]	Portata estate [A]	Potata inverno [A]
C2	ACSR	31,5	585,30	1,953	16852	75	930	1115
C17	ZTACIR	22,75	306,94	1,083	9872	180	1073	1135

Tabella 2 – Confronto prestazioni compatibili - Conduttore tradizionale e conduttore alta temperatura

Dalla Tabella 2 si evidenzia che la portata del conduttore alta temperatura con diametro 22,75 mm è superiore a quella del conduttore tradizionale da 31,5 mm e quindi compatibile con la tratta con questo già equipaggiata.

PROGETTAZIONE: Tecnoprogetti Engineering & Consulting Ing. Marco Angelo Luigi Murru via Pietro Nenni, 11- 09042 – Monserrato (CA)	CLIENTE: QUEEQUEG RENEWABLES, LTD Unit 3.21, 1110 Great West Road - TW80GP London (UK) Ecoenergy Project 2 S.r.l. via Alessandro Manzoni, 30 - 20121 MILANO (MI)	DOCUMENTO: 2332E 10500 Rev. 00 del 28/03/2022
OGGETTO: IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE RINNOVABILE - PIANO TECNICO OPERE DI RETE - RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA - RIMOZIONE LIMITAZIONI ELETTRODOTTO "ARBATAX- FLUMENDOSA II" -		Pag. 7 di 38

Si evidenzia che i conduttori tradizionali possono essere sostituiti con conduttori del tipo ad alta temperatura, purchè si rispettino tutti i parametri meccanici ed elettrici del DM 23-01-88.

L'intercambiabilità dei conduttori tradizionali con quelli ad alta temperatura non è automaticamente assicurata con un semplice controllo di portata, poiché deve essere accertata la completa compatibilità della soluzione individuata per l'impianto esistente.

In particolare riguardo alle prestazioni meccaniche del conduttore stesso, degli armamenti e dei sostegni, nonché al rispetto dei franchi elettrici e delle disposizioni normative applicabili.

Pertanto nel caso si opti per questa soluzione andranno eseguiti in dettaglio tutti i calcoli esecutivi completi per le diverse verifiche.

5. Sostituzione dei pali e dei conduttori con altri tradizionali

Nel caso che per il potenziamento della tratta compresa dalla CP Flumendosa dal palo P01 fino al palo P29, si scelga la seconda soluzione, oltre all'installazione del conduttore ACSR 31,5 mm e della fune di guardia da 10,5 mm, è necessario prevedere una palificazione con sostegni del tipo troncopiramidali della serie unificata TERNA semplice terna per linee 150kV, costruiti in adiacenza a quelli attuali esistenti (che andranno demoliti), in modo da mantenere inalterato l'asse e la servitù dell'elettrodotto.

Nello specifico si fa riferimento al Progetto Unificato per gli elettrodotti, in cui sono inseriti tutti i componenti (sostegni e fondazioni, conduttori, morsetteria, isolatori, ecc.) con le relative modalità di impiego. La progettazione esecutiva sarà altresì conforme a tutte le leggi e norme in materia di elettrodotti, che in fase definitiva verrà riportato nel paragrafo dei riferimenti normativi.

5.1.1. Caratteristiche elettriche dell'elettrodotto

Le caratteristiche elettriche dell'elettrodotto sono le seguenti:

Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	150 kV
Portata di corrente alle condizioni di progetto (per fase)	870 A

Tabella 3

La portata in corrente sopra indicata è conforme a quanto prescritto dalla norma CEI 11-60 per elettrodotti a 150 kV in zona A.

5.1.2. Sostegni di linea

PROGETTAZIONE: Tecnoprogetti Engineering & Consulting Ing. Marco Angelo Luigi Murru via Pietro Nenni, 11- 09042 – Monserato (CA)	CLIENTE: QUEEQUEG RENEWABLES, LTD Unit 3.21, 1110 Great West Road - TW80GP London (UK) Ecoenergy Project 2 S.r.l. via Alessandro Manzoni, 30 - 20121 MILANO (MI)	DOCUMENTO: 2332E 10500 Rev. 00 del 28/03/2022
OGGETTO: IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE RINNOVABILE - PIANO TECNICO OPERE DI RETE - RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA - RIMOZIONE LIMITAZIONI ELETTRODOTTO "ARBATAX- FLUMENDOSA II" -		Pag. 8 di 38

Il progetto dell'opera è conforme al Progetto Unificato Terna per gli elettrodotti aerei, dove sono riportati tutti i componenti (sostegni e fondazioni, conduttori, morsetteria, isolatori, ecc.) con le relative modalità di impiego.

In particolare, la tratta di elettrodotto sarà realizzata con sostegni di elevate prestazioni meccaniche del tipo troncopiramidali con angolari di acciaio ad elementi zincati a caldo e bullonati della serie unificata TERNA semplice terna per linee 150 kV.

La palificata sarà armata con tre fasi (semplice terna) per i conduttori di energia ed una corda di guardia a protezione dalle fulminazioni atmosferiche, come di seguito dettagliato.

5.1.3. Distanza tra i sostegni

La distanza tra due sostegni consecutivi dipende dall'orografia del terreno e dall'altezza utile dei sostegni impiegati, mediamente in condizioni normali, si ritiene possa essere pari a 400 m.

5.1.4. Conduttori e funi di guardia

Come richiesto dal gestore di rete i raccordi alla nuova SE verranno realizzati con linee in semplice terna con disposizione a triangolo dei conduttori.

Ciascuna fase elettrica sarà costituita da 1 conduttore di energia formato da una corda di alluminio acciaio della sezione complessiva di 585,3 mm² composta da n.19 fili di acciaio del diametro 2,10 mm e da n. 54 fili di alluminio del diametro di 3,50 mm, con un diametro complessivo di 31,5 mm (tavola unificazione LC2), carico di rottura teorico del conduttore 16.852 daN.

Per i conduttori si è ipotizzata un'altezza da terra non inferiore a metri 10,00, arrotondamento per eccesso di quella minima prevista dall'art. 2.1.05 del D.M. 16/01/1991.

L'elettrodotto sarà inoltre equipaggiato con una corda di guardia destinata, oltre che a proteggere l'elettrodotto stesso dalle scariche atmosferiche, a migliorare la messa a terra dei sostegni ed il sistema di protezione, controllo e conduzione degli impianti.

La corda di guardia sarà in acciaio rivestito di alluminio incorporante fibre ottiche, del diametro di 11,50 mm e sezione di 80,65 mm², e sarà costituita da 7 fili del diametro di 3,83 mm (tavola LC59), carico di rottura teorico della corda 9.000 daN.

5.1.4.1. Stato di tensione meccanica

E' stato fissato il tiro dei conduttori e delle corde di guardia in modo che risulti costante, in funzione della campata equivalente, nella condizione "normale" di esercizio linea, cioè alla temperatura di 15°C ed in assenza di sovraccarichi (EDS – "every day stress") ciò assicura una uniformità di comportamento nei riguardi delle sollecitazioni prodotte dal fenomeno delle vibrazioni.

Nelle altre condizioni o "stati" il tiro risulta, ovviamente, funzione della campata equivalente di ciascuna tratta.

PROGETTAZIONE: Tecnoprogetti Engineering & Consulting Ing. Marco Angelo Luigi Murru via Pietro Nenni, 11- 09042 – Monserrato (CA)	CLIENTE: QUEEQUEG RENEWABLES, LTD Unit 3.21, 1110 Great West Road - TW80GP London (UK) Ecoenergy Project 2 S.r.l. via Alessandro Manzoni, 30 - 20121 MILANO (MI)	DOCUMENTO: 2332E 10500
		Rev. 00 del 28/03/2022
OGGETTO: IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE RINNOVABILE - PIANO TECNICO OPERE DI RETE - RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA - RIMOZIONE LIMITAZIONI ELETTRODOTTO "ARBATAX- FLUMENDOSA II" -		Pag. 9 di 38

Gli "stati" che interessano, da diversi punti di vista, il progetto delle linee sono riportati nello schema seguente:

- **EDS** - Condizione di tutti i giorni: +15°C, in assenza di vento e ghiaccio
- **MSA** - Condizione di massima sollecitazione (zona A): -5°C, vento a 130 km/h
- **MSB** - Condizione di massima sollecitazione (zona B): -20°C, manicotto di ghiaccio di 12 mm, vento a 65 km/h
- **MPA** - Condizione di massimo parametro (zona A): -5°C, in assenza di vento e ghiaccio
- **MPB** - Condizione di massimo parametro (zona B): -20°C, in assenza di vento e ghiaccio
- **MFA** - Condizione di massima freccia (Zona A): +55°C, in assenza di vento e ghiaccio
- **MFB** - Condizione di massima freccia (Zona B): +40°C, in assenza di vento e ghiaccio
- **CVS1** - Condizione di verifica sbandamento catene: 0°C, vento a 26 km/h
- **CVS2** - Condizione di verifica sbandamento catene: +15°C, vento a 130 km/h

La linea in oggetto è situata in "**ZONA A**", ciò nonostante vista la posizione geografica, la conformazione del territorio e l'altitudine prossima a 600 m.s.l.m. si è deciso di progettare l'elettrodotto con riferimento alla **zona B** per quel che concerne la verifiche delle sollecitazioni massime, di contro per la verifica dei franchi da terra e dalle opere attraversate si è fatto riferimento alla "**zona A**".

Di seguito sono riportati i valori dei tiri in EDS per i conduttori, in valore percentuale rispetto al carico di rottura.

ZONA A EDS =16.6% per il conduttore tipo L_C2/1 conduttore alluminio-acciaio Φ 31,5 mm. Il corrispondente valore di EDS per la corda di guardia è stato fissato con il criterio di avere un parametro del 10% più elevato, rispetto a quello del conduttore, nella stessa condizione di EDS.

Per fronteggiare le conseguenze dell'asestamento dei conduttori si renderà necessario maggiorare il tiro all'atto della posa. Ciò si ottiene introducendo un decremento fittizio di temperatura $\Delta\theta$ nel calcolo delle tabelle di tesatura.

5.1.4.2. Capacità di trasporto

La capacità di trasporto è funzione lineare della corrente di fase. Il conduttore in oggetto corrisponde al "conduttore standard" preso in considerazione dalla Norma CEI 11-60, nella quale sono definite anche le portate nei periodi caldo e freddo.

Portata in corrente in servizio normale - Conduttore alluminio-acciaio Φ 31,5 mm (riferimento al §3.1 CEI 11-60) - Tensione nominale della linea: 150 kV			
Zona climatica A		Zona climatica B	
Periodo C (maggio – settembre)	Periodo F (ottobre – aprile)	Periodo C (maggio – settembre)	Periodo F (ottobre – aprile)
620 A	870 A	575 A	675 A

Tabella 4

5.1.5. Scelta dei sostegni

I sostegni realizzati in angolari di acciaio ad elementi zincati a caldo e bullonati, saranno del tipo a semplice terna con le fasi disposte a triangolo e con altezza variabile in base alle caratteristiche altimetriche del terreno.

PROGETTAZIONE: Tecnoprogetti Engineering & Consulting Ing. Marco Angelo Luigi Murru via Pietro Nenni, 11- 09042 – Monserrato (CA)	CLIENTE: QUEQUEG RENEWABLES, LTD Unit 3.21, 1110 Great West Road - TW80GP London (UK) Ecoenergy Project 2 S.r.l. via Alessandro Manzoni, 30 - 20121 MILANO (MI)	DOCUMENTO: 2332E 10500
		Rev. 00 del 28/03/2022
OGGETTO: IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE RINNOVABILE - PIANO TECNICO OPERE DI RETE - RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA - RIMOZIONE LIMITAZIONI ELETTRODOTTO "ARBATAX- FLUMENDOSA II" -		Pag. 10 di 38

Verranno impiegati 7 tipologie di sostegni scelti tra quelli riportati nelle tabelle di unificazione contenenti materiali e criteri di progetto per le linee elettriche aeree a 150 kV di Terna - Rete Elettrica Nazionale.

Ciascun sostegno sarà composto da più elementi distinti in piedi, base, tronchi e testa palo, della quale fanno parte le mensole di aggancio dei conduttori alla struttura.

A queste ultime sono applicati gli armamenti, cioè l'insieme di elementi che consente di ancorare meccanicamente i conduttori al sostegno pur mantenendoli elettricamente isolati da esso; essi possono essere di sospensione o di amarro o ormeggio. Il sostegno termina nella parte apicale con un elemento detto cimino, atto a sorreggere la fune di guardia.

I piedi del sostegno, elemento di congiunzione con il terreno e parte in elevazione del traliccio, possono essere di lunghezza diversa, consentendo un migliore adattamento, in caso di terreni acclivi.

Per tutti i sostegni si è scelto di impiegare mensole per grandi campate, quest'ultime prevedono una distanza maggiore fra le fasi disposte sullo stesso lato garantendo, in caso di elevate distanze tra un sostegno e l'altro il rispetto dei franchi elettrici.

I tipi di sostegno scelti sono di seguito elencati evidenziando le loro prestazioni nominali (riferiti alla zona A), in termini di campata media (Cm), angolo di deviazione (δ) e costante altimetrica (K), per la ZONA A (EDS 21 %):

SOSTEGNI 132/150kV semplice terna tronco piramidali – Serie Tiro Pieno
Conduttore All./Acc. 31,5mm EDS 21% – ZONA A

Tipo	Altezza	Campata media	Angolo deviazione	Costante altimetrica
"N" Normale	9÷42 m	350 m	4° 00'	0,15000
"M" Medio	9÷33 m	350 m	8°00'	0,18000
"P" Pesante	9÷48 m	350 m	16°00'	0,24000
"V" Vertice	9÷42 m	350 m	32°00'	0,36000
"C" Capolinea	9÷33 m	350 m	60°00'	0,2400
"E" Eccezionale	9÷33 m	350 m	90°00'	0,3600
"Palo Gatto" con testa ruotata 22°30'	9÷18 m	350 m	47°30'	0,3

Tabella 5

Oltre al sostegno tipo "Edt" della serie unificata terna 132/150kV a tiro pieno a doppia terna:

SOSTEGNI 132/150kV doppia terna tronco piramidali – Serie Tiro Pieno
Conduttore All./Acc. 31,5mm EDS 21% – ZONA A

Tipo	Altezza	Campata	Angolo	Costante
------	---------	---------	--------	----------

PROGETTAZIONE: Tecnoprogetti Engineering & Consulting Ing. Marco Angelo Luigi Murru via Pietro Nenni, 11- 09042 – Monserrato (CA)	CLIENTE: QUEEQUEG RENEWABLES, LTD Unit 3.21, 1110 Great West Road - TW80GP London (UK) Ecoenergy Project 2 S.r.l. via Alessandro Manzoni, 30 - 20121 MILANO (MI)	DOCUMENTO: 2332E 10500 Rev. 00 del 28/03/2022
OGGETTO: IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE RINNOVABILE - PIANO TECNICO OPERE DI RETE - RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA - RIMOZIONE LIMITAZIONI ELETTRODOTTO "ARBATAX- FLUMENDOSA II" -		Pag. 11 di 38

		media	deviazione	altimetrica
"E" Eccezionale	9÷33 m	350 m	90°00'	0,3600

Tabella 6

Ogni tipo di sostegno ha un campo di impiego rappresentato da un diagramma di utilizzazione nel quale sono rappresentate le prestazioni lineari (campata media C_m), trasversali (angolo di deviazione δ) e verticali (costante altimetrica K).

Il diagramma di utilizzazione di ciascun sostegno è costruito secondo il seguente criterio:

Partendo dai valori di C_m , δ e K relativi alle prestazioni nominali, si calcolano le forze (azione trasversale e azione verticale) che i conduttori trasferiscono all'armamento.

Successivamente con i valori delle azioni così calcolate, per ogni valore di campata media, si vanno a determinare i valori di δ e K che determinano azioni di pari intensità.

In ragione di tale criterio, all'aumentare della campata media diminuisce sia il valore dell'angolo di deviazione sia la costante altimetrica con cui è possibile impiegare il sostegno.

La disponibilità dei diagrammi di utilizzazione agevola la progettazione, in quanto consente di individuare rapidamente se il punto di lavoro di un sostegno, di cui si siano determinate la posizione lungo il profilo della linea e l'altezza utile, e quindi i valori a picchetto di C_m , δ e K , ricade o meno all'interno dell'area delimitata dal diagramma di utilizzazione stesso.

PROGETTAZIONE: Tecnoprogetti Engineering & Consulting Ing. Marco Angelo Luigi Murru via Pietro Nenni, 11- 09042 – Monserrato (CA)	CLIENTE: QUEEQUEG RENEWABLES, LTD Unit 3.21, 1110 Great West Road - TW80GP London (UK) Ecoenergy Project 2 S.r.l. via Alessandro Manzoni, 30 - 20121 MILANO (MI)	DOCUMENTO: 2332E 10500
		Rev. 00 del 28/03/2022
OGGETTO: IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE RINNOVABILE - PIANO TECNICO OPERE DI RETE - RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA - RIMOZIONE LIMITAZIONI ELETTRODOTTO "ARBATAX- FLUMENDOSA II" -		Pag. 12 di 38

5.1.5.1. Caratteristiche geometriche dei sostegni previsti

Di seguito i sostegni previsti.

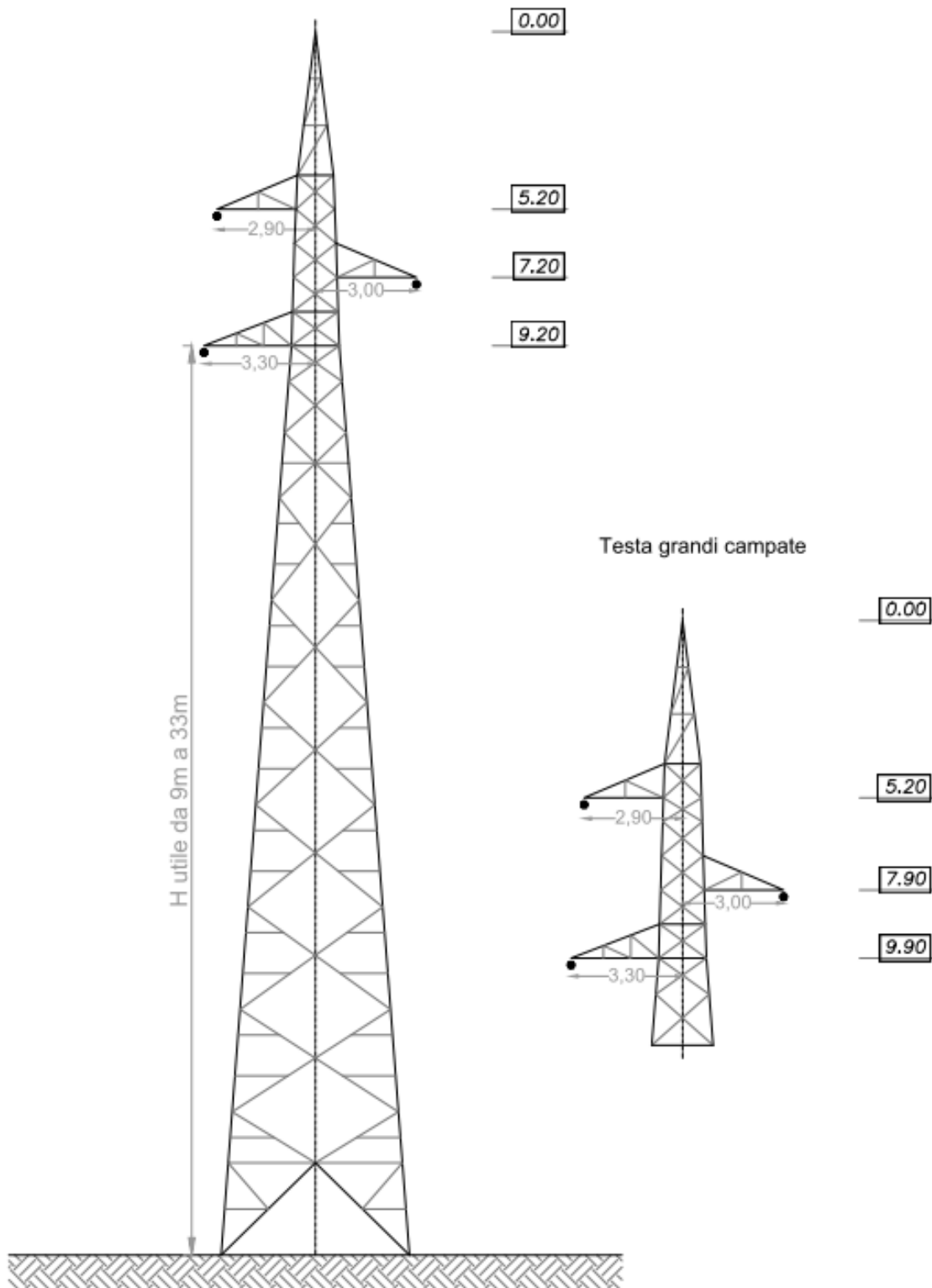


Figura 2 - Sostegno tipo "E" - Semplice Terna - 150 kV

PROGETTAZIONE:
Tecnoprogetti Engineering & Consulting
Ing. Marco Angelo Luigi Murru
via Pietro Nenni, 11- 09042 – Monserrato (CA)

CLIENTE:
QUEQUEG RENEWABLES, LTD
Unit 3.21, 1110 Great West Road - TW80GP London (UK)
Ecoenergy Project 2 S.r.l.
via Alessandro Manzoni, 30 - 20121 MILANO (MI)

DOCUMENTO:
2332E 10500
Rev. 00 del 28/03/2022

OGGETTO: IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE RINNOVABILE - PIANO TECNICO OPERE DI RETE
- RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA - RIMOZIONE LIMITAZIONI ELETTRODOTTO "ARBATAX- FLUMENDOSA II" -

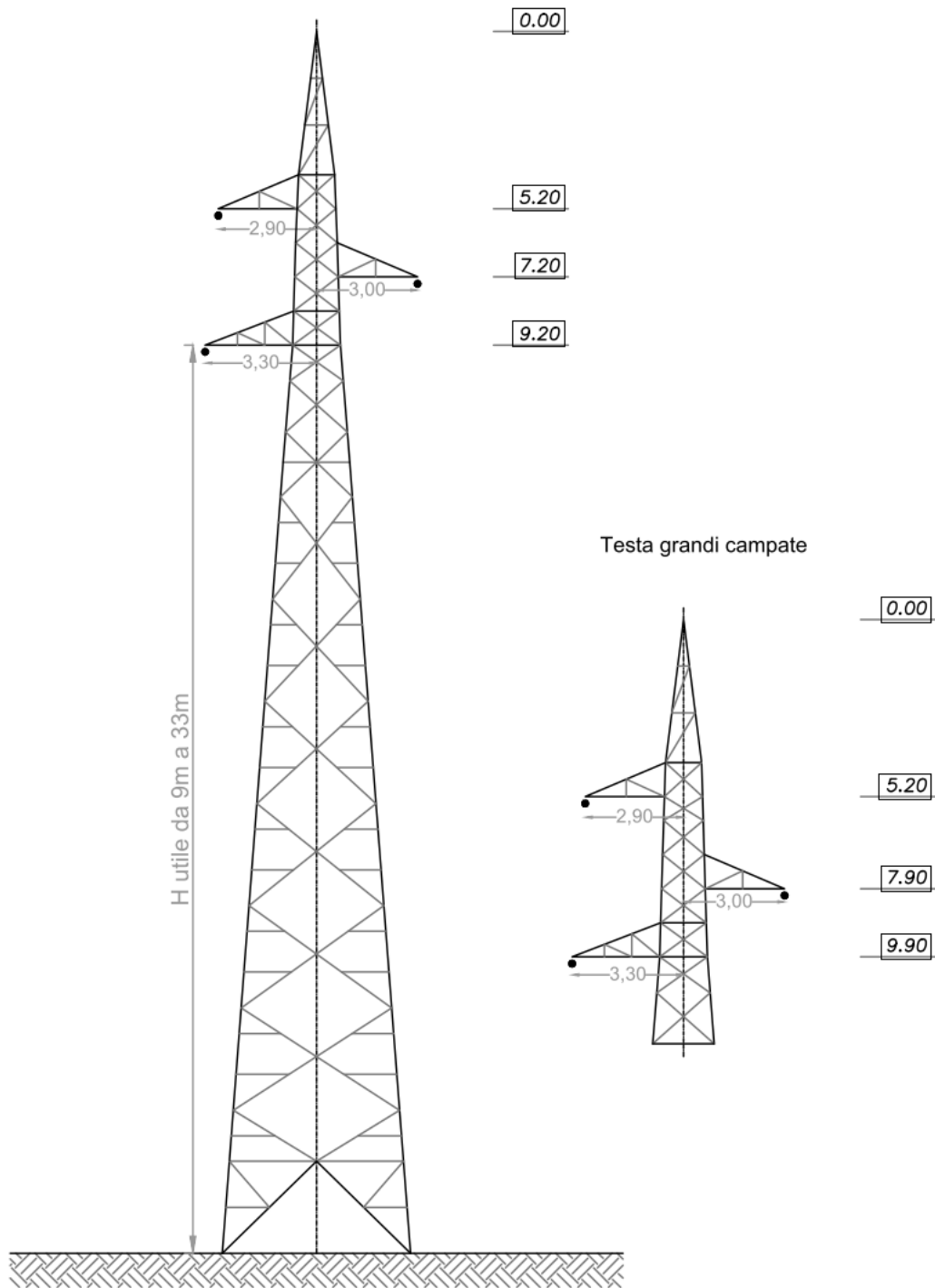


Figura 3 - Sostegno tipo "C" - Semplice Terna - firo pieno - 150 kV

PROGETTAZIONE: Tecnoprogetti Engineering & Consulting Ing. Marco Angelo Luigi Murru via Pietro Nenni, 11- 09042 – Monserrato (CA)	CLIENTE: QUEEQUEG RENEWABLES, LTD Unit 3.21, 1110 Great West Road - TW80GP London (UK) Ecoenergy Project 2 S.r.l. via Alessandro Manzoni, 30 - 20121 MILANO (MI)	DOCUMENTO: 2332E 10500
		Rev. 00 del 28/03/2022
OGGETTO: IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE RINNOVABILE - PIANO TECNICO OPERE DI RETE - RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA - RIMOZIONE LIMITAZIONI ELETTRODOTTO "ARBATAX- FLUMENDOSA II" -		Pag. 14 di 38

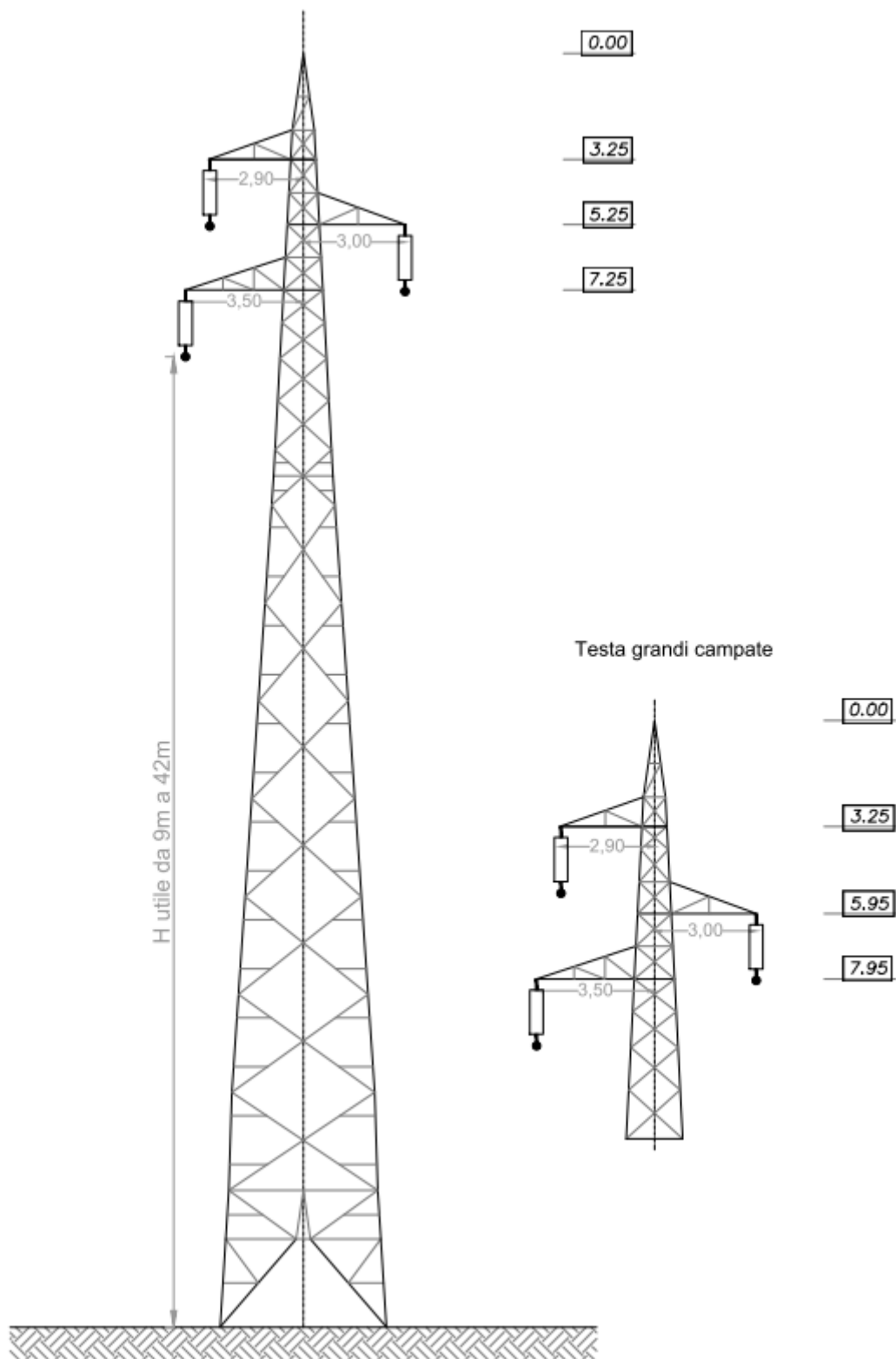


Figura 4 - Sostegno tipo "N" - Semplice Terna - tiro pieno - 150 kV

PROGETTAZIONE: Tecnoprogetti Engineering & Consulting Ing. Marco Angelo Luigi Murru via Pietro Nenni, 11- 09042 – Monserrato (CA)	CLIENTE: QUEQUEG RENEWABLES, LTD Unit 3.21, 1110 Great West Road - TW80GP London (UK) Ecoenergy Project 2 S.r.l. via Alessandro Manzoni, 30 - 20121 MILANO (MI)	DOCUMENTO: 2332E 10500 Rev. 00 del 28/03/2022
OGGETTO: IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE RINNOVABILE - PIANO TECNICO OPERE DI RETE - RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA - RIMOZIONE LIMITAZIONI ELETTRODOTTO "ARBATAX- FLUMENDOSA II" -		Pag. 15 di 38

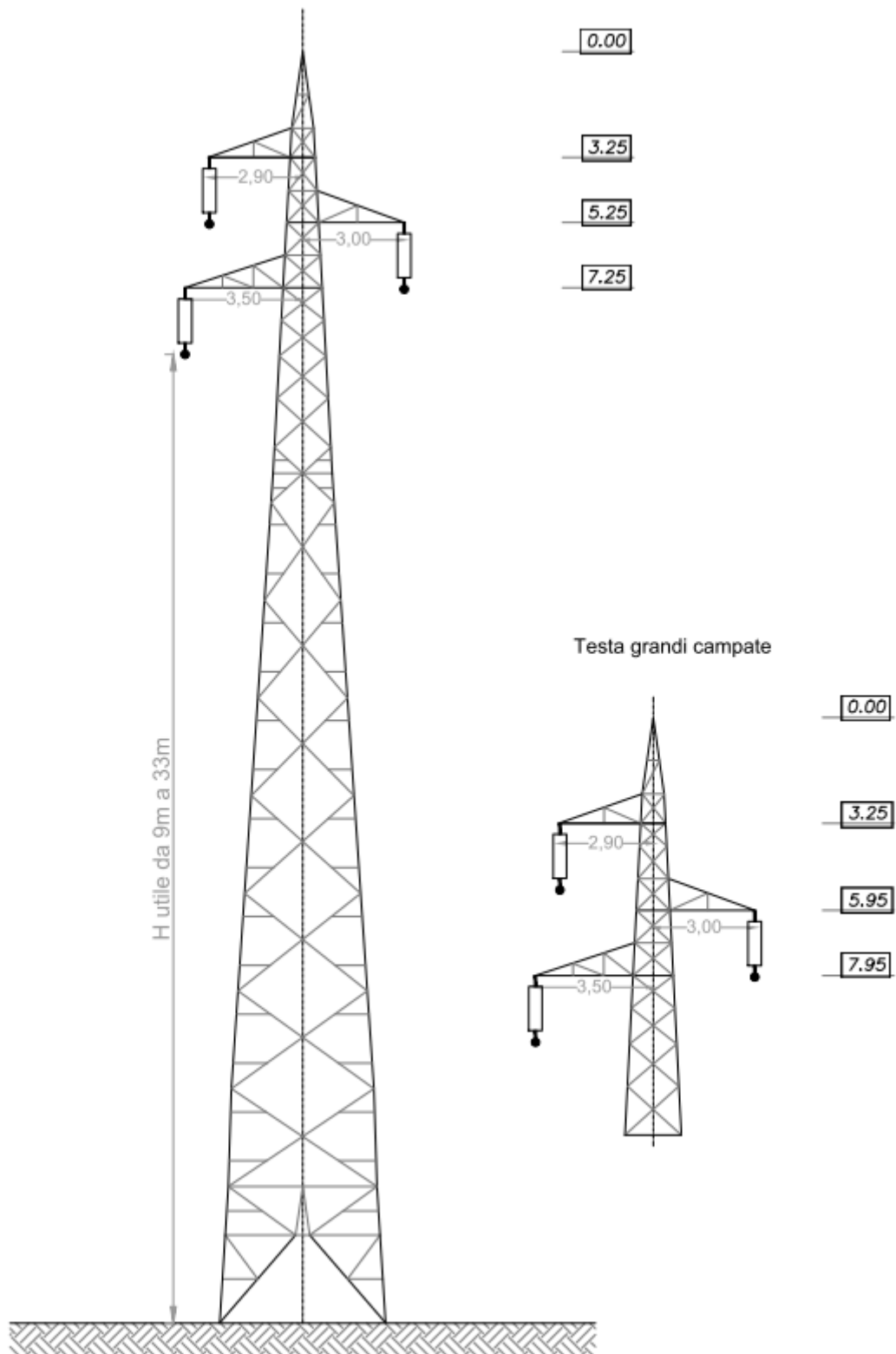


Figura 5 - Sostegno tipo "M" - Semplice Terna - firo pieno - 150 kV

PROGETTAZIONE: Tecnoprogetti Engineering & Consulting Ing. Marco Angelo Luigi Murru via Pietro Nenni, 11- 09042 – Monserrato (CA)	CLIENTE: QUEQUEG RENEWABLES, LTD Unit 3.21, 1110 Great West Road - TW80GP London (UK) Ecoenergy Project 2 S.r.l. via Alessandro Manzoni, 30 - 20121 MILANO (MI)	DOCUMENTO: 2332E 10500
		Rev. 00 del 28/03/2022
OGGETTO: IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE RINNOVABILE - PIANO TECNICO OPERE DI RETE - RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA - RIMOZIONE LIMITAZIONI ELETTRODOTTO "ARBATAX- FLUMENDOSA II" -		Pag. 16 di 38

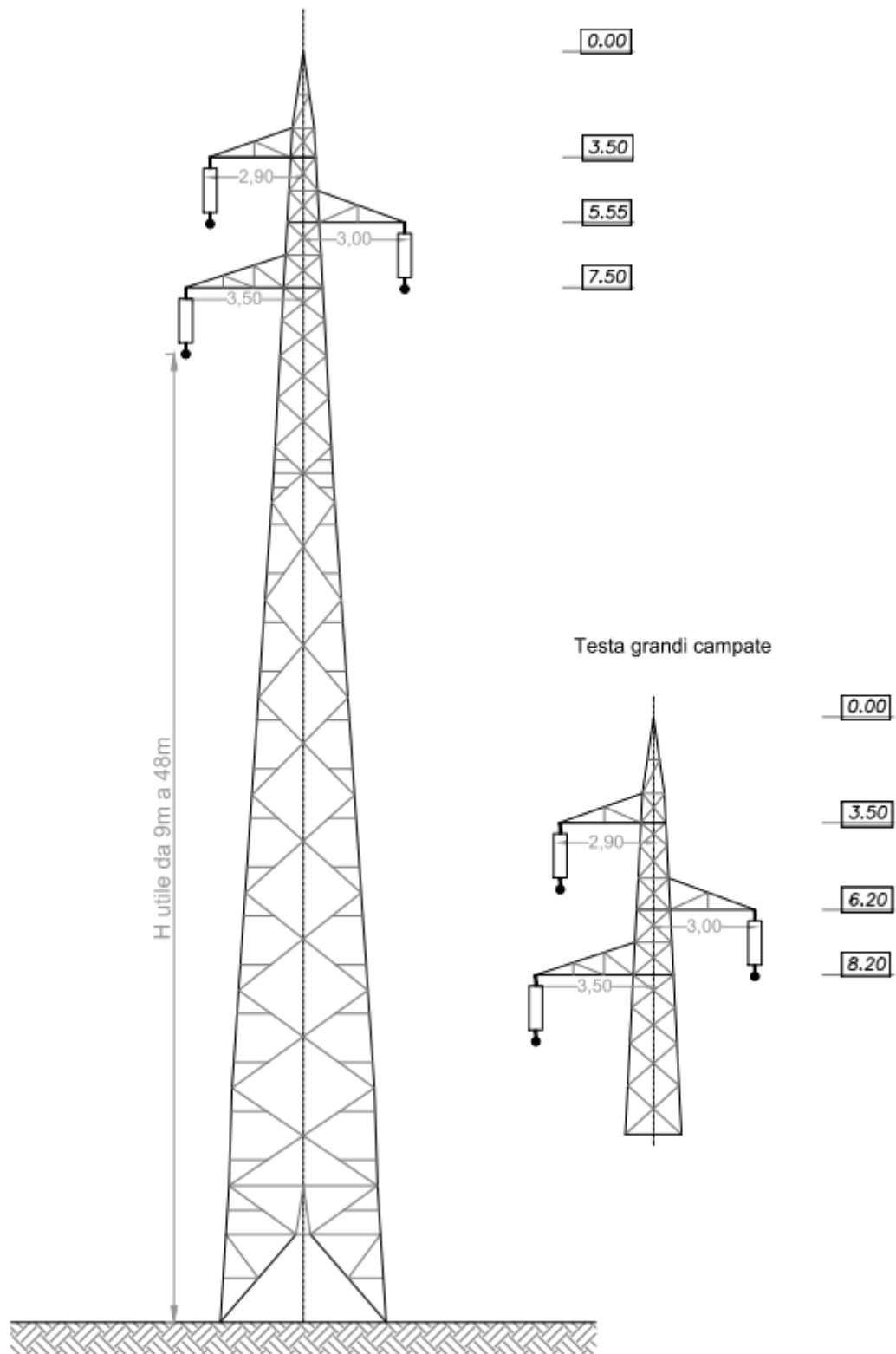


Figura 6 - Sostegno tipo "P" - Semplice Terna - tiro pieno - 150 kV

PROGETTAZIONE: Tecnoprogetti Engineering & Consulting Ing. Marco Angelo Luigi Murru via Pietro Nenni, 11- 09042 – Monserrato (CA)	CLIENTE: QUEEQUEG RENEWABLES, LTD Unit 3.21, 1110 Great West Road - TW80GP London (UK) Ecoenergy Project 2 S.r.l. via Alessandro Manzoni, 30 - 20121 MILANO (MI)	DOCUMENTO: 2332E 10500 Rev. 00 del 28/03/2022
OGGETTO: IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE RINNOVABILE - PIANO TECNICO OPERE DI RETE - RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA - RIMOZIONE LIMITAZIONI ELETTRODOTTO "ARBATAX- FLUMENDOSA II" -		Pag. 17 di 38

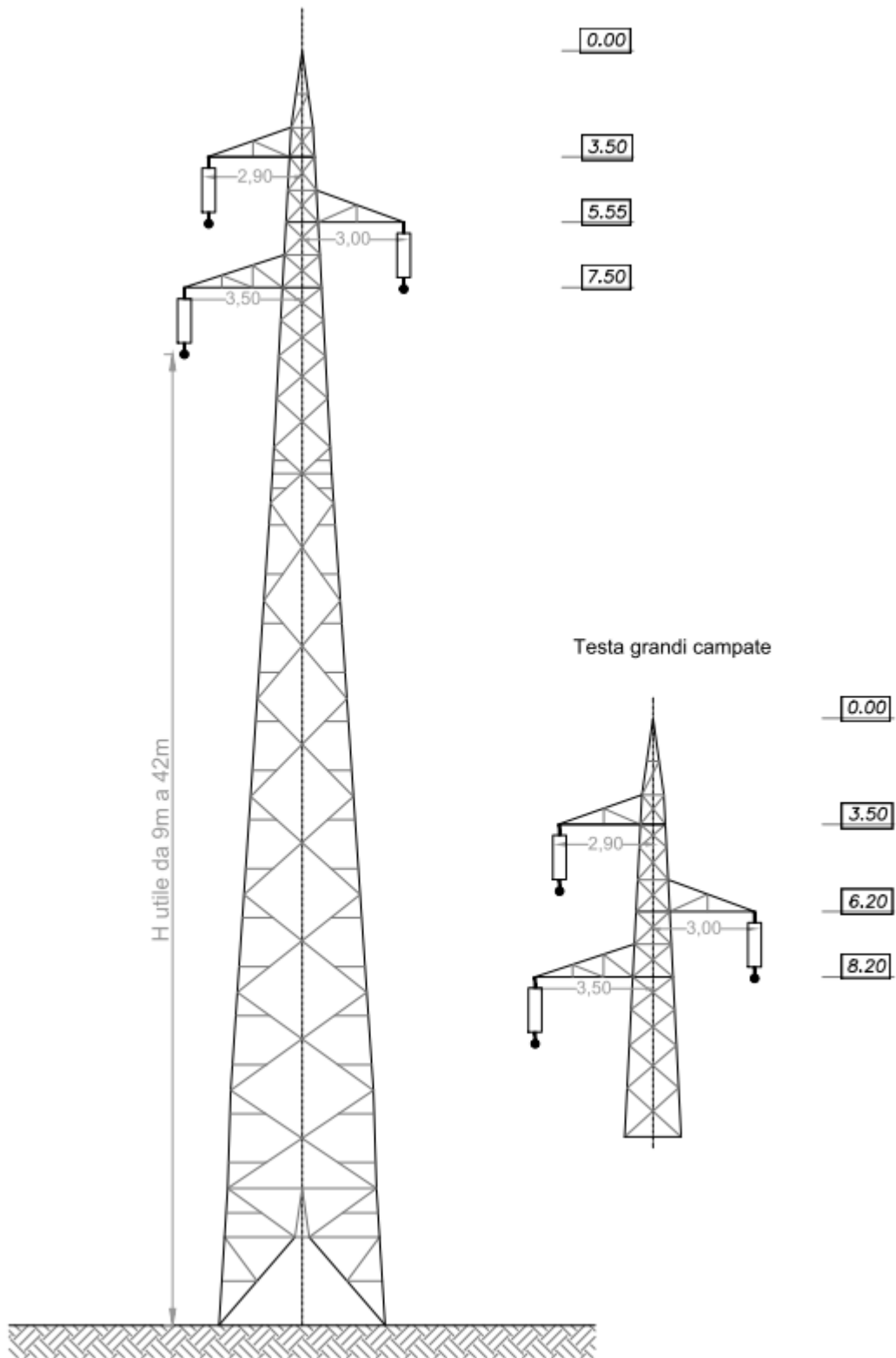


Figura 7 - Sostegno tipo "V" - Semplice Terna - tiro pieno - 150 kV

PROGETTAZIONE: Tecnoprogetti Engineering & Consulting Ing. Marco Angelo Luigi Murru via Pietro Nenni, 11- 09042 – Monserrato (CA)	CLIENTE: QUEQUEG RENEWABLES, LTD Unit 3.21, 1110 Great West Road - TW80GP London (UK) Ecoenergy Project 2 S.r.l. via Alessandro Manzoni, 30 - 20121 MILANO (MI)	DOCUMENTO: 2332E 10500 Rev. 00 del 28/03/2022
OGGETTO: IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE RINNOVABILE - PIANO TECNICO OPERE DI RETE - RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA - RIMOZIONE LIMITAZIONI ELETTRODOTTO "ARBATAX- FLUMENDOSA II" -		Pag. 18 di 38

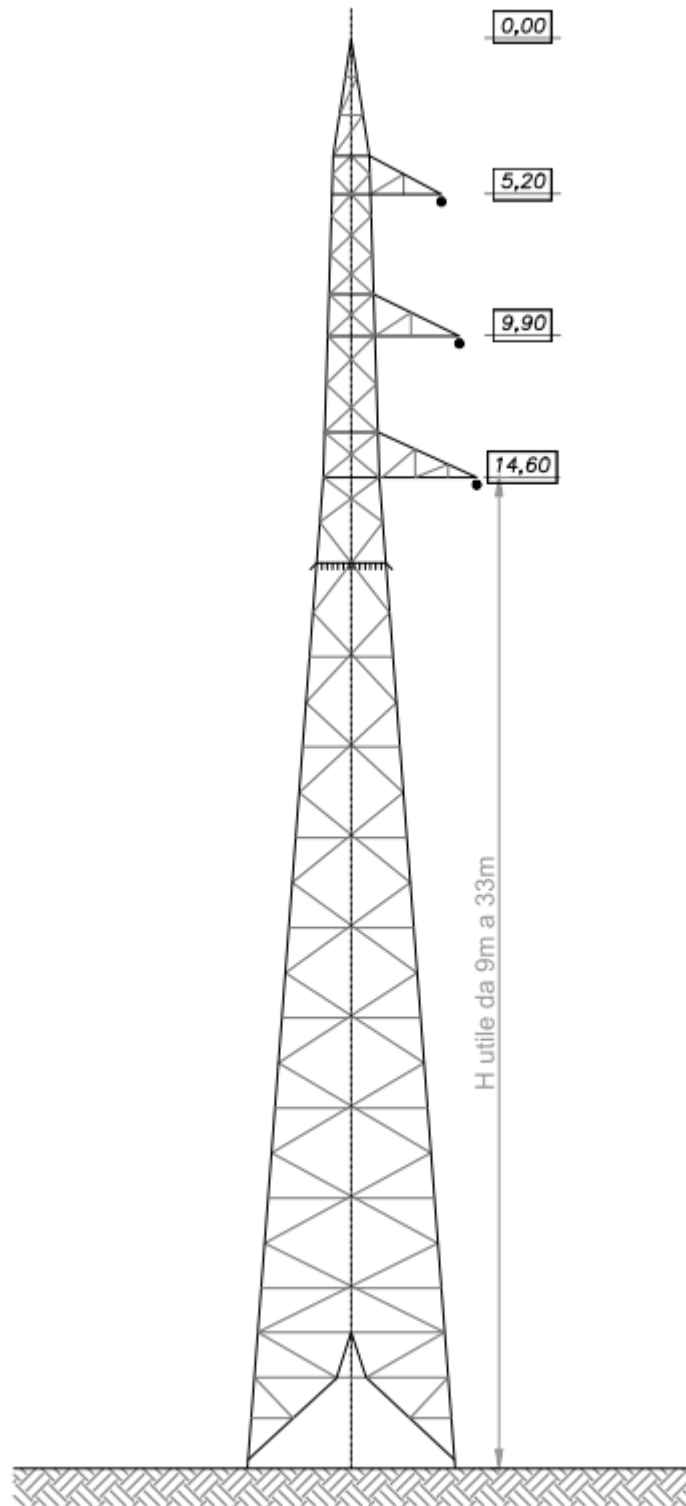


Figura 8 - Sostegno tipo "Edt" - Doppia Terna - Mensole a Bandiera - 150 kV

PROGETTAZIONE: Tecnoprogetti Engineering & Consulting Ing. Marco Angelo Luigi Murru via Pietro Nenni, 11- 09042 – Monserrato (CA)	CLIENTE: QUEQUEG RENEWABLES, LTD Unit 3.21, 1110 Great West Road - TW80GP London (UK) Ecoenergy Project 2 S.r.l. via Alessandro Manzoni, 30 - 20121 MILANO (MI)	DOCUMENTO: 2332E 10500
		Rev. 00 del 28/03/2022
OGGETTO: IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE RINNOVABILE - PIANO TECNICO OPERE DI RETE - RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA - RIMOZIONE LIMITAZIONI ELETTRODOTTO "ARBATAX- FLUMENDOSA II" -		Pag. 19 di 38

5.1.5.2. Isolamento

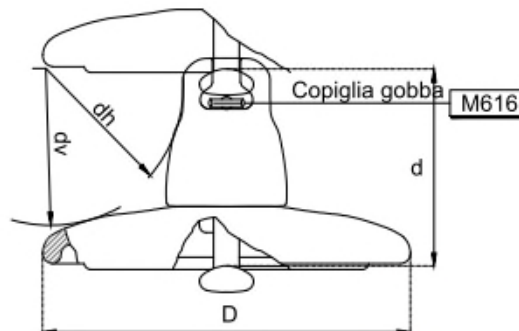
L'isolamento sui sostegni di linea, previsto per la tensione massima di esercizio, sarà realizzato con isolatori a cappa e perno in vetro temprato, con carico di rottura di 120 kN, connessi tra loro a formare catene di 13 elementi in amarro o sospensione.

Le catene di sospensione saranno del tipo a I semplici o doppia, mentre le catene in amarro saranno del tipo ad I doppia.

Le caratteristiche degli isolatori rispondono a quanto previsto dalle norme CEI

Come da indicazioni fornite da Terna, si è previsto di utilizzare la soluzione con 13 isolatori tipo J2/2 preverniciati antisale per tutti gli armamenti.

Nella tabella UXLJ2 di cui all'allegato "Caratteristiche componenti" sono riportate le caratteristiche geometriche tradizionali oltre le due distanze "dh" e "dv" (vedi figura seguente) atte a caratterizzare il comportamento a sovratensione di manovra sotto pioggia.



Tipo		2/1 (*)	2/2	2/3	2/4
Carico di rottura	(kN)	70	120	160	210
Diametro nominale della parte isolante	(mm)	280	280	320	320
Passo	(mm)	146	146	170	170
Accoppiamento CEI - UNEL 39161 e 39162	(grandezza)	16	16	20	20
Linea di Fuga Nominale Minima	(mm)	430	425	525	520
dh Nominale minimo	(mm)	75	75	90	90
dv Nominale minimo	(mm)	85	85	100	100
Condizioni di prova in nebbia salina	Numero di isolatori costituenti la catena	9	13	18	18
	Tensione di prova (kV)	98	142	243	243
Salinità' di tenuta (**)	(kg/m³)	56	56	56	56

Figura 9 - Selezione del tipo di isolatore

PROGETTAZIONE: Tecnoprogetti Engineering & Consulting Ing. Marco Angelo Luigi Murru via Pietro Nenni, 11- 09042 – Monserrato (CA)	CLIENTE: QUEEQUEG RENEWABLES, LTD Unit 3.21, 1110 Great West Road - TW80GP London (UK) Ecoenergy Project 2 S.r.l. via Alessandro Manzoni, 30 - 20121 MILANO (MI)	DOCUMENTO: 2332E 10500 Rev. 00 del 28/03/2022
OGGETTO: IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE RINNOVABILE - PIANO TECNICO OPERE DI RETE - RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA - RIMOZIONE LIMITAZIONI ELETTRODOTTO "ARBATAX- FLUMENDOSA II" -		Pag. 20 di 38

5.1.5.3. Caratteristiche elettriche

Le caratteristiche geometriche di cui sopra sono sufficienti a garantire il corretto comportamento delle catene di isolatori a sollecitazioni impulsive dovute a fulminazione o a sovratensioni di manovra. Per quanto riguarda il comportamento degli isolatori in presenza di inquinamento superficiale, nelle tabelle UXLJ1 e UXLJ2 allegate sono riportate, per ciascun tipo di isolatore, le condizioni di prova in nebbia salina, scelte in modo da porre ciascuno di essi in una situazione il più possibile vicina a quella di effettivo impiego.

Nella tabella che segue è poi indicato il criterio per individuare il tipo di isolatore ed il numero di elementi da impiegare con riferimento ad una scala empirica dei livelli di inquinamento.

Livello di inquinamento	Definizione	Minima salinità di tenuta [kg/m ²]
I – Nullo o leggero (1)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zone prive di industrie e con scarsa densità di abitazioni dotate di impianto di riscaldamento; ▪ Zone con scarsa densità di industrie e abitazioni, ma frequentemente soggette a piogge e/o venti; ▪ Zone agricole (2); ▪ Zone montagnose; Occorre che tali zone distino almeno 10-20 km dal mare e non siano direttamente esposte a venti marini (3)	10
II – Medio	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zone con industrie non particolarmente inquinanti e con media densità di abitazioni dotate di impianto di riscaldamento; ▪ Zone ad alta densità di industrie e/o abitazioni, ma frequentemente soggette a piogge e/o venti; ▪ Zone esposte ai venti marini, ma non troppo vicine alla costa (distanti almeno alcuni chilometri (3)). 	40
III – Pesante	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zone ad alta densità industriale e periferie di grandi agglomerati urbani ad alta densità di impianti di riscaldamento produttori sostante inquinanti; ▪ Zone prossime al mare e comunque esposte a venti marini di entità relativamente forte. 	160
IV - Eccezionale	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zone di estensione relativamente modesta, soggette a polveri o fumi industriali che causano depositi particolarmente conduttivi; ▪ Zone di estensione relativamente modesta molto vicine a coste marine e battute da venti inquinanti molto forti; ▪ Zone desertiche, caratterizzate da assenza di pioggia per lunghi periodi, esposte a tempeste di sabbia e sali, soggetta a intensi fenomeni di condensazione. 	(*)

Tabella 7

(1) Nelle zone con inquinamento nullo o leggero una prestazione dell'isolamento inferiore a quella indicata può essere utilizzata in funzione dell'esperienza acquisita in servizio.

(2) Alcune pratiche agricole quali la fertirrigazione o la combustione dei residui, possono produrre un incremento del livello di inquinamento a causa della dispersione via vento delle particelle inquinanti.

(3) Le distanze dal mare sono strettamente legate alle caratteristiche topografiche della zona e dalle condizioni di vento più severe

(4) (*) per tale livello di inquinamento non viene dato un livello di salinità di tenuta in quanto risulterebbe più elevato del massimo valore ottenibile in prove di salinità in laboratorio. Si rammenta inoltre che l'utilizzo di catene di isolatori antisale di lunghezze superiori a quelle indicate nelle tabelle di unificazione (criteri per la scelta del numero e del tipo degli isolatori) implicherebbe una linea di fuga specifica superiore a 33 mm/kV fase-fase oltre la quale interviene una non linearità del comportamento in ambiente inquinato.

PROGETTAZIONE: Tecnoprogetti Engineering & Consulting Ing. Marco Angelo Luigi Murru via Pietro Nenni, 11- 09042 – Monserrato (CA)	CLIENTE: QUEQUEG RENEWABLES, LTD Unit 3.21, 1110 Great West Road - TW80GP London (UK) Ecoenergy Project 2 S.r.l. via Alessandro Manzoni, 30 - 20121 MILANO (MI)	DOCUMENTO: 2332E 10500
		Rev. 00 del 28/03/2022
OGGETTO: IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE RINNOVABILE - PIANO TECNICO OPERE DI RETE - RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA - RIMOZIONE LIMITAZIONI ELETTRODOTTO "ARBATAX- FLUMENDOSA II" -		Pag. 21 di 38

Le caratteristiche della zona interessata dall'elettrodotto in esame sono tali da prevedere l'utilizzo di isolatori a catene di 13 elementi (J2/2) del tipo antisale in vetro temprato.

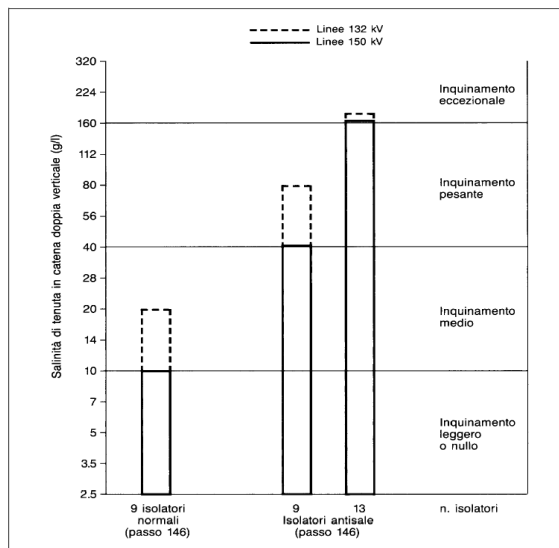


Figura 10- Numero di isolatori in funzione del livello di inquinamento

5.1.5.4. Morsetteria e armamenti

5.1.5.4.1. Conduttori

Gli elementi di morsetteria sono stati dimensionati in modo da poter sopportare gli sforzi massimi trasmessi dai conduttori agli isolatori, ovvero da questi alle mensole.

Saranno previsti sei tipi di equipaggiamento: quattro impiegabili in sospensione e due in amarro. Per gli equipaggiamenti di amarro e di sospensione dei conduttori sarà previsto un unico carico di rottura pari a 120 kN.

Per equipaggiamento si intende il complesso degli elementi di morsetteria che collegano le morse di sospensione o di amarro agli isolatori e questi ultimi al sostegno.

Per la linea a 150 kV in progetto si distinguono i tipi di equipaggiamento riportati nella tabella seguente:

EQUIPAGGIAMENTO	TIPO	CARICO DI ROTTURA [kN]	SIGLA
Semplice sospensione	370/1	120	SS
Doppio per sospensione con morsa unica	370/2	120	DS
Doppio per sospensione con morsa doppia	370/3	210	M
Semplice per amarro	372/1	120	SA
Doppio per amarro	372/2	210	DA

Tabella 8

PROGETTAZIONE: Tecnoprogetti Engineering & Consulting Ing. Marco Angelo Luigi Murru via Pietro Nenni, 11- 09042 – Monserato (CA)	CLIENTE: QUEEQUEG RENEWABLES, LTD Unit 3.21, 1110 Great West Road - TW80GP London (UK) Ecoenergy Project 2 S.r.l. via Alessandro Manzoni, 30 - 20121 MILANO (MI)	DOCUMENTO: 2332E 10500
		Rev. 00 del 28/03/2022
OGGETTO: IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE RINNOVABILE - PIANO TECNICO OPERE DI RETE - RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA - RIMOZIONE LIMITAZIONI ELETTRODOTTO "ARBATAX- FLUMENDOSA II" -		Pag. 22 di 38

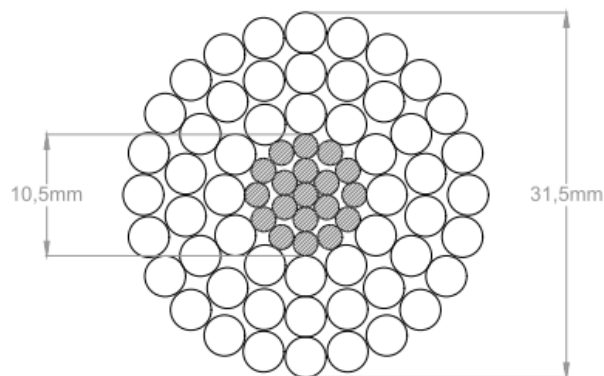
La scelta degli equipaggiamenti viene effettuata, per ogni singolo sostegno, fra quelli disponibili nel Progetto Unificato, in funzione delle azioni (trasversale, verticale e longitudinale) determinate dal tiro dei conduttori e dalle caratteristiche di impiego del sostegno esaminato (campata media, dislivello a monte e a valle, ed angolo di deviazione).

A seguito delle verifiche di dettaglio, degli armamenti in sospensione, potranno essere utilizzati dei contrappesi agganciati sotto il morsetto di sospensione al fine di rendere stabile la struttura ai fini delle distanze elettriche.

Per l'impiego del conduttore ACSR 31,50mm gli equipaggiamenti dovranno prevedere le seguenti morse:

Equipaggiamento	Conduttore	Tipo	Carico di rottura [kN]	Sigla
Sospensione	ACSR Ø 31,50	501/2	115,26	S
Sospensione con attacco contrappeso	ACSR Ø 31,50	502/2	115,26	C
Amarro	ACSR Ø 31,50	521/2	168.50	A

Tabella 9



TIPO		C 2/1	C 2/2 (*)
		NORMALE	INGRASSATO
FORMAZIONE	ALLUMINIO (N°x Ø)	54 x 3,50	54 x 3,50
	ACCIAIO (N°x Ø)	19 x 2,10	19 x 2,10
SEZIONI TEORICHE (mm²)	ALLUMINIO (N°x Ø)	519,5	519,5
	ACCIAIO (N°x Ø)	65,80	65,80
	TOTALE (N°x Ø)	585,3	585,3
TIPO DI ZINCATURA DELL'ACCIAIO		Normale	Maggiorata
MASSA TEORICA (Kg/m)		1,953	1,953
RESISTENZA ELETTRICA TEORICA A 20 °C (Ω/Km)		0,05564	0,05564
CARICO DI ROTTURA (daN)		16852	16852
MODULO ELASTICO FINALE (daN/mm²)		6800	6800
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE (1/°C)		19,4 x 10 ⁻⁶	19,4 x 10 ⁻⁶

(*) Per zone ad alto inquinamento salino

Tabella 10 – Caratteristiche del Conduttore Al-acc. Ø 31,5 mm

PROGETTAZIONE: Tecnoprogetti Engineering & Consulting Ing. Marco Angelo Luigi Murru via Pietro Nenni, 11- 09042 – Monserrato (CA)	CLIENTE: QUEEQUEG RENEWABLES, LTD Unit 3.21, 1110 Great West Road - TW80GP London (UK) Ecoenergy Project 2 S.r.l. via Alessandro Manzoni, 30 - 20121 MILANO (MI)	DOCUMENTO: 2332E 10500 Rev. 00 del 28/03/2022
OGGETTO: IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE RINNOVABILE - PIANO TECNICO OPERE DI RETE - RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA - RIMOZIONE LIMITAZIONI ELETTRODOTTO "ARBATAX- FLUMENDOSA II" -		Pag. 23 di 38

5.1.5.4.2. Scelta degli armamenti per i conduttori di fase

Di seguito gli armamenti selezionati in funzione degli impieghi

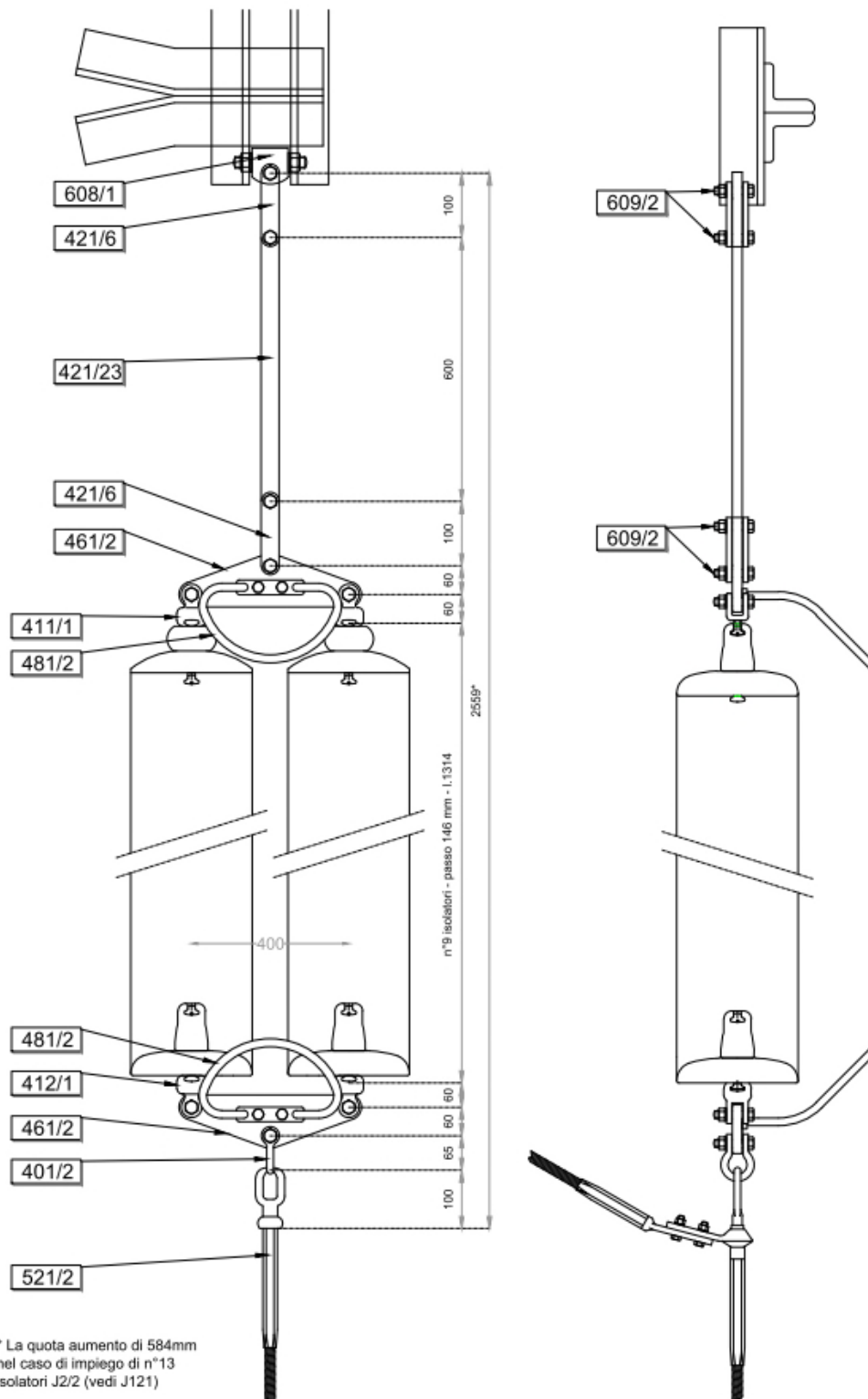


Figura 11 – Armamento per amarro doppio- per All.acc Ø 31,5 tiro pieno LM122

PROGETTAZIONE: Tecnoprogetti Engineering & Consulting Ing. Marco Angelo Luigi Murru via Pietro Nenni, 11- 09042 – Monserrato (CA)	CLIENTE: QUEQUEG RENEWABLES, LTD Unit 3.21, 1110 Great West Road - TW80GP London (UK) Ecoenergy Project 2 S.r.l. via Alessandro Manzoni, 30 - 20121 MILANO (MI)	DOCUMENTO: 2332E 10500 Rev. 00 del 28/03/2022
OGGETTO: IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE RINNOVABILE - PIANO TECNICO OPERE DI RETE - RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA - RIMOZIONE LIMITAZIONI ELETTRODOTTO "ARBATAX- FLUMENDOSA II" -		Pag. 24 di 38

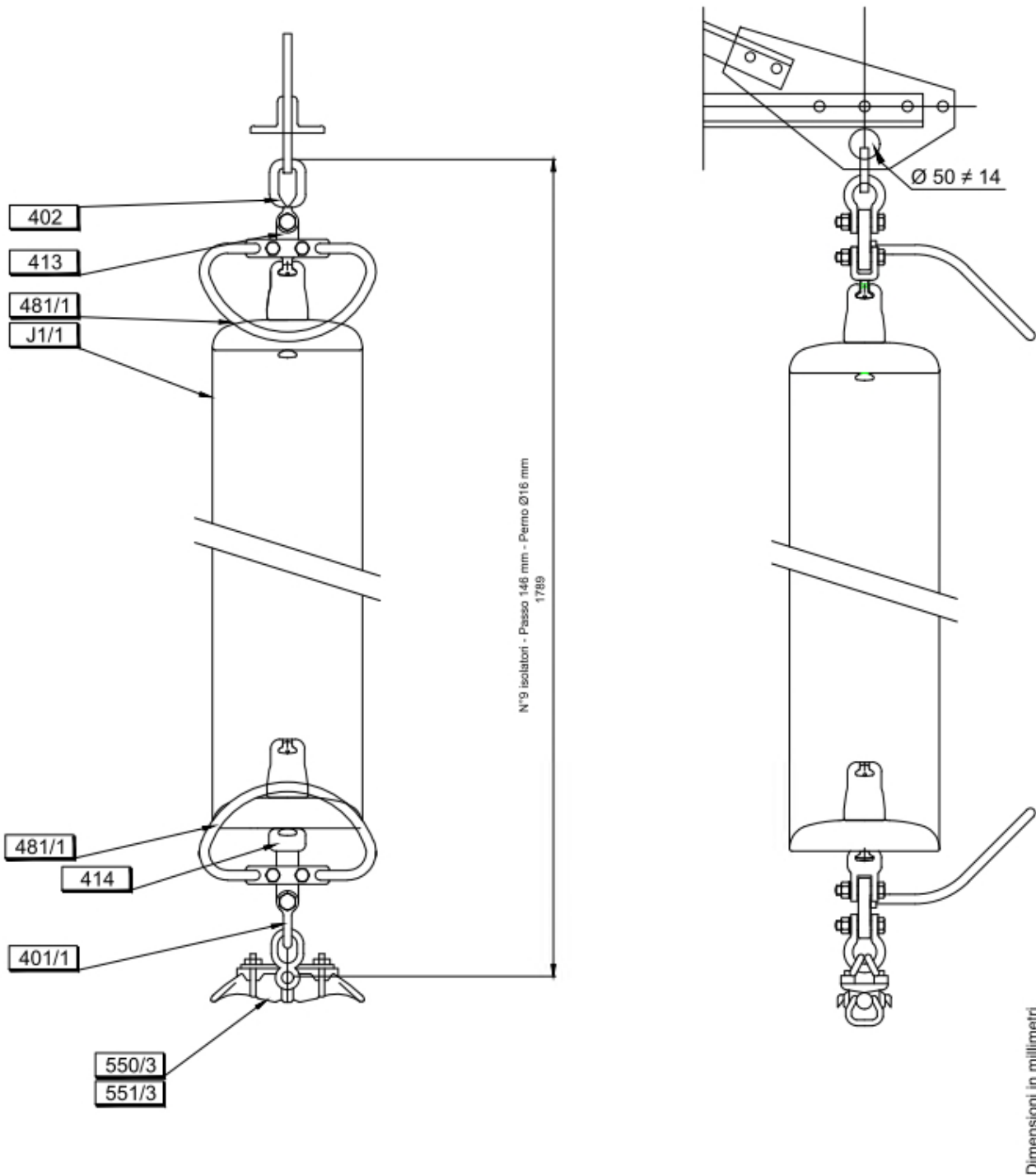


Figura 12 – Armamento per sospensione semplice- conduttore: All.acc Ø 31,5 tiro pieno LM122

PROGETTAZIONE: Tecnoprogetti Engineering & Consulting Ing. Marco Angelo Luigi Murru via Pietro Nenni, 11- 09042 – Monserrato (CA)	CLIENTE: QUEEQUEG RENEWABLES, LTD Unit 3.21, 1110 Great West Road - TW80GP London (UK) Ecoenergy Project 2 S.r.l. via Alessandro Manzoni, 30 - 20121 MILANO (MI)	DOCUMENTO: 2332E 10500 Rev. 00 del 28/03/2022
OGGETTO: IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE RINNOVABILE - PIANO TECNICO OPERE DI RETE - RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA - RIMOZIONE LIMITAZIONI ELETTRODOTTO "ARBATAX- FLUMENDOSA II" -		Pag. 25 di 38

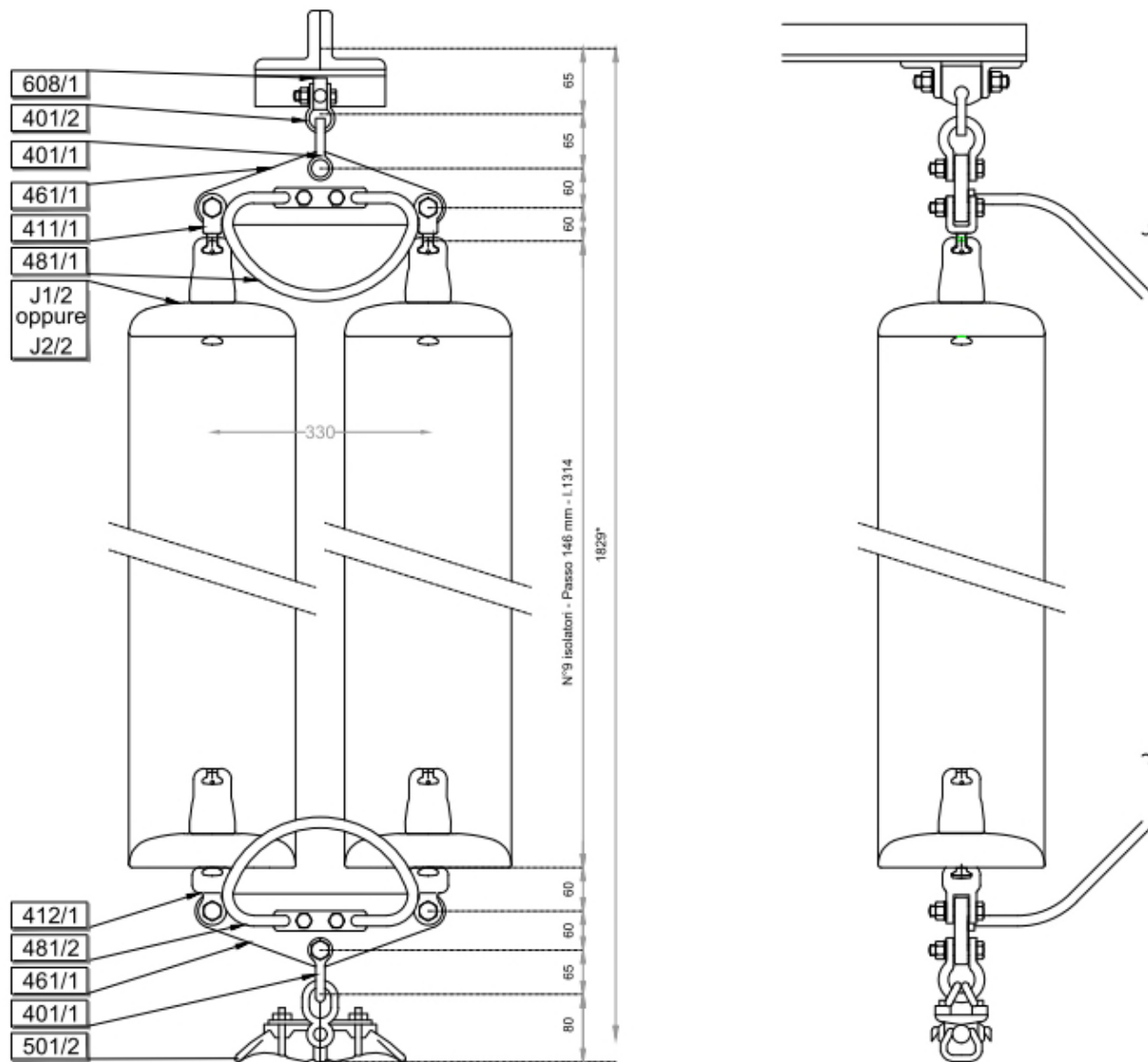


Figura 13 – Armamento per sospensione doppia - conduttore: All.acc Ø 31,5 tiro pieno LM122

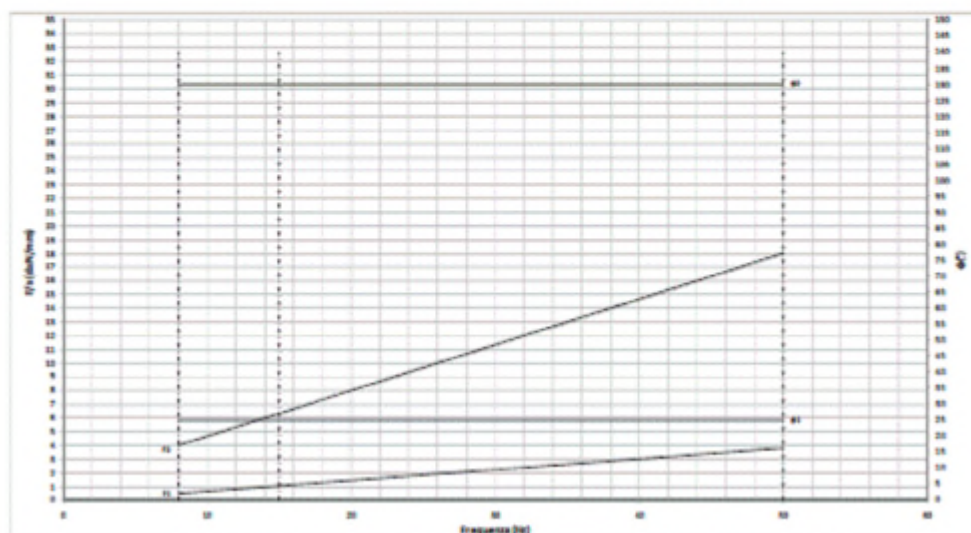
PROGETTAZIONE: Tecnoprogetti Engineering & Consulting Ing. Marco Angelo Luigi Murru via Pietro Nenni, 11- 09042 – Monserrato (CA)	CLIENTE: QUEEQUEG RENEWABLES, LTD Unit 3.21, 1110 Great West Road - TW80GP London (UK) Ecoenergy Project 2 S.r.l. via Alessandro Manzoni, 30 - 20121 MILANO (MI)	DOCUMENTO: 2332E 10500
		Rev. 00 del 28/03/2022
OGGETTO: IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE RINNOVABILE - PIANO TECNICO OPERE DI RETE - RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA - RIMOZIONE LIMITAZIONI ELETTRODOTTO "ARBATAX- FLUMENDOSA II" -		Pag. 26 di 38



Morsetto ad un solo bullone del tipo "a montaggio facilitato". La lunghezza minima del tratto di conduttore serrato è indicato nel particolare A.

Tenuta a scorrimento

Minima T1 = 2,5 kN
 Massima T2 = 5,0 kN



- Curva di risposta in forza/spostamento compresa tra F1 e F2;
- Curva di risposta in fase compresa tra ϕ_1 e ϕ_2 ;
- Frequenze limiti: $f_1 = 8 \text{ Hz}$; $f_2 = 15 \text{ Hz}$; $f_3 = 50 \text{ Hz}$.

Figura 14 – Smorzatori di vibrazione per conduttori ad alta temperatura di lega di alluminio

5.1.5.4.3. Fune di guardia

Gli equipaggiamenti per la fune di guardia sono dettagliati graficamente nel documento di progetto "Intervento 1_Relazione elementi tecnici d'impianto" (cod. G807_DEF_R_026_Intervento 1_Relazione elementi tecnici di impianto_1-1_REV00).

Nello specifico, essendo prevista l'installazione di una fune di guardia incorporante fibre ottiche, sono previsti cinque tipi di equipaggiamento riassunti nella tabella di seguito sia per i sostegni capolinea, quelli di amarro e quelli in sospensione.

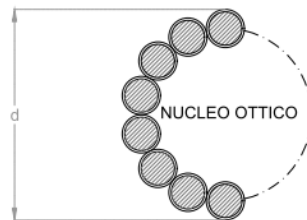
In particolare, essendo le pezzature della fune di guardia sul mercato pari a 4000m si prevederà l'installazione di giunti lungo la tratta. Su questi pali verranno installate, ad un'altezza di circa 4m da terra delle apposite cassette in cui verrà effettuata la giunzione del cavo ottico.

Equipaggiamento	Tipo	Carico rottura [kN]	Sigla
-----------------	------	---------------------	-------

PROGETTAZIONE: Tecnoprogetti Engineering & Consulting Ing. Marco Angelo Luigi Murru via Pietro Nenni, 11- 09042 – Monserrato (CA)	CLIENTE: QUEEQUEG RENEWABLES, LTD Unit 3.21, 1110 Great West Road - TW80GP London (UK) Ecoenergy Project 2 S.r.l. via Alessandro Manzoni, 30 - 20121 MILANO (MI)	DOCUMENTO: 2332E 10500
		Rev. 00 del 28/03/2022
OGGETTO: IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE RINNOVABILE - PIANO TECNICO OPERE DI RETE - RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA - RIMOZIONE LIMITAZIONI ELETTRODOTTO "ARBATAX- FLUMENDOSA II" -		Pag. 27 di 38

A_CAPO	Equipaggiamento di amarro capolinea	100	DM270
AMARRO	Equipaggiamento di amarro	100	DM271
A_PASS	Equipaggiamento di amarro passante	100	DM273
A_SOSP	Equipaggiamento di amarro in sospensione	100	DM274
SOSP	Equipaggiamento di sospensione	68,4	DM205

Tabella 11



DIAMETRO NOMINALE ESTERNO		(mm)	≤ 11,5	
MASSA UNITARIA TEORICA (Eventuale grasso compreso)		(kg/m)	≤ 0,6	
RESISTENZA ELETTRICA TEORICA A 20°C		(ohm/km)	≤ 0,9	
CARICO DI ROTTURA		(daN)	≥ 7450	
MODULO ELASTICO FINALE		(daN/mm ²)	≥ 1000	
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE TERMICA		(1/°C)	≤ 16,0E-6	
MAX CORRENTE C.TO C. TO DURATA 0,5s		(kA)	≥ 10	
FIBRE OTTICHE SM-R (Single Mode Reduced)	NUMERO	(n°)	48	
	ATTENUAZIONE	a 1310 nm	(dB/km)	≤ 0,36
		a 1550 nm	(dB/km)	≤ 0,22
	DISPERSIONE CROMATICA	a 1310 nm	(ps/nm - km)	≤ 3,5
a 1550 nm		(ps/nm - km)	≤ 20	

Tabella 12 – Fune di Guardia in acciaio rivestido di Alluminio Ø 11,5 mm - con all'interno 48 fibre ottiche-

5.1.5.4.1. Scelta degli armamenti per la fune di guardia

PROGETTAZIONE: Tecnoprogetti Engineering & Consulting Ing. Marco Angelo Luigi Murru via Pietro Nenni, 11- 09042 – Monserrato (CA)	CLIENTE: QUEQUEG RENEWABLES, LTD Unit 3.21, 1110 Great West Road - TW80GP London (UK) Ecoenergy Project 2 S.r.l. via Alessandro Manzoni, 30 - 20121 MILANO (MI)	DOCUMENTO: 2332E 10500 Rev. 00 del 28/03/2022
OGGETTO: IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE RINNOVABILE - PIANO TECNICO OPERE DI RETE - RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA - RIMOZIONE LIMITAZIONI ELETTRODOTTO "ARBATAX- FLUMENDOSA II" -		Pag. 28 di 38

Di seguito gli armamenti selezionati in funzione degli impieghi

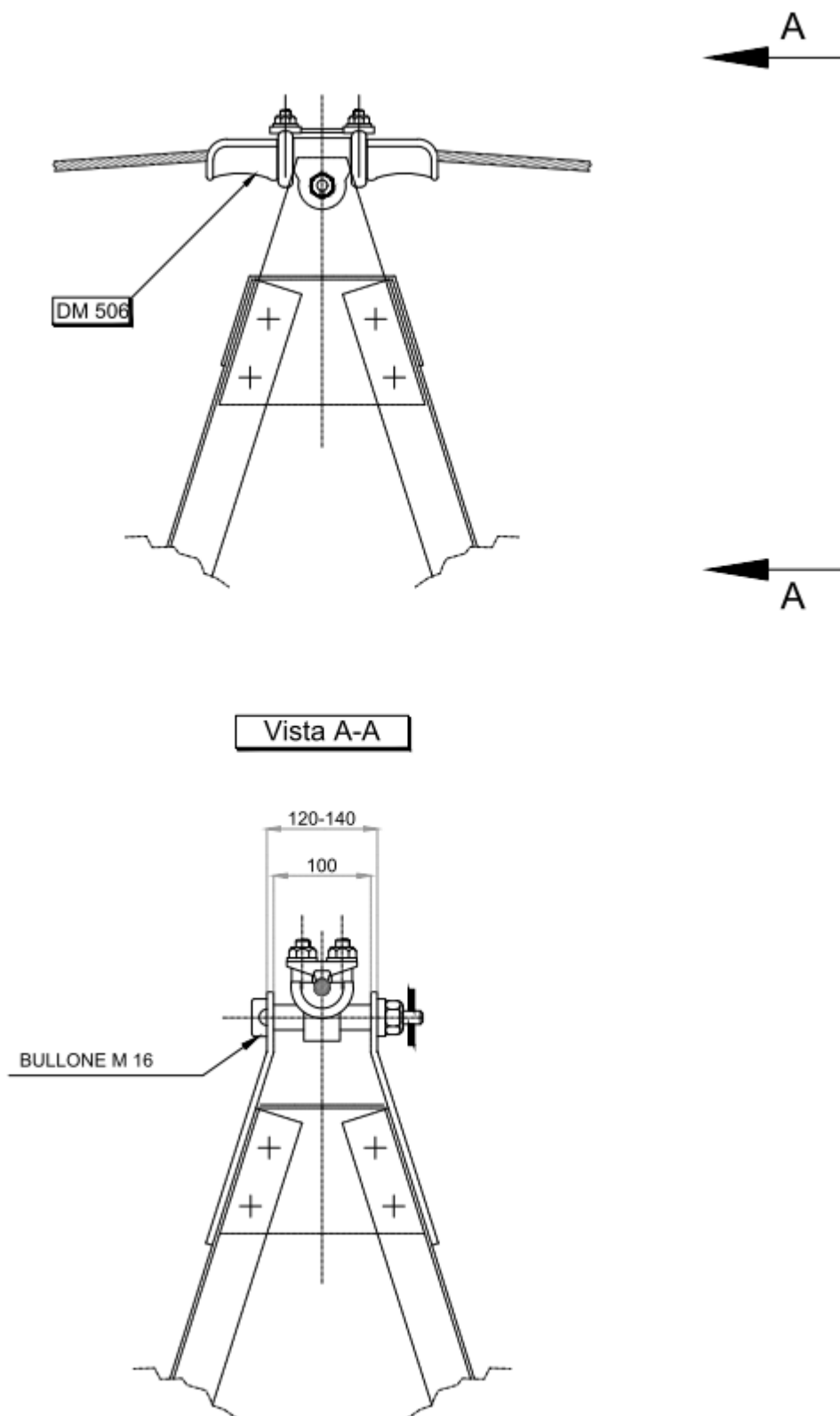


Figura 15 – Armamento per sospensione per la Fune di Guardia Ø 11,5 con incorporate le Fibre Ottiche

PROGETTAZIONE: Tecnoprogetti Engineering & Consulting Ing. Marco Angelo Luigi Murru via Pietro Nenni, 11- 09042 – Monserrato (CA)	CLIENTE: QUEQUEG RENEWABLES, LTD Unit 3.21, 1110 Great West Road - TW80GP London (UK) Ecoenergy Project 2 S.r.l. via Alessandro Manzoni, 30 - 20121 MILANO (MI)	DOCUMENTO: 2332E 10500 Rev. 00 del 28/03/2022
OGGETTO: IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE RINNOVABILE - PIANO TECNICO OPERE DI RETE - RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA - RIMOZIONE LIMITAZIONI ELETTRODOTTO "ARBATAX- FLUMENDOSA II" -		Pag. 29 di 38

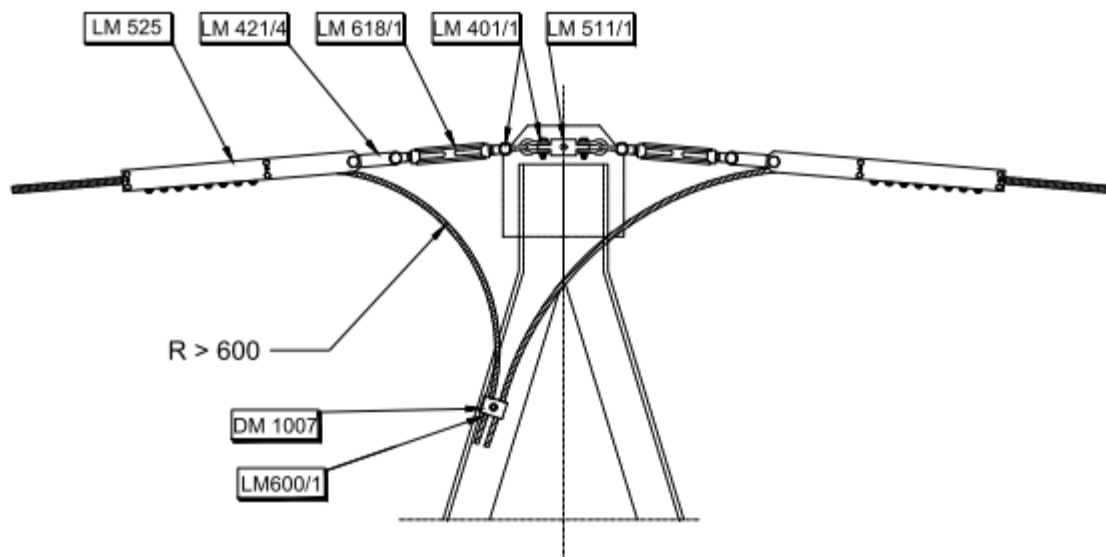


Figura 16 – Armamento in amarro per la Fune di Guardia Ø 12,48 con incorporate le Fibre Ottiche

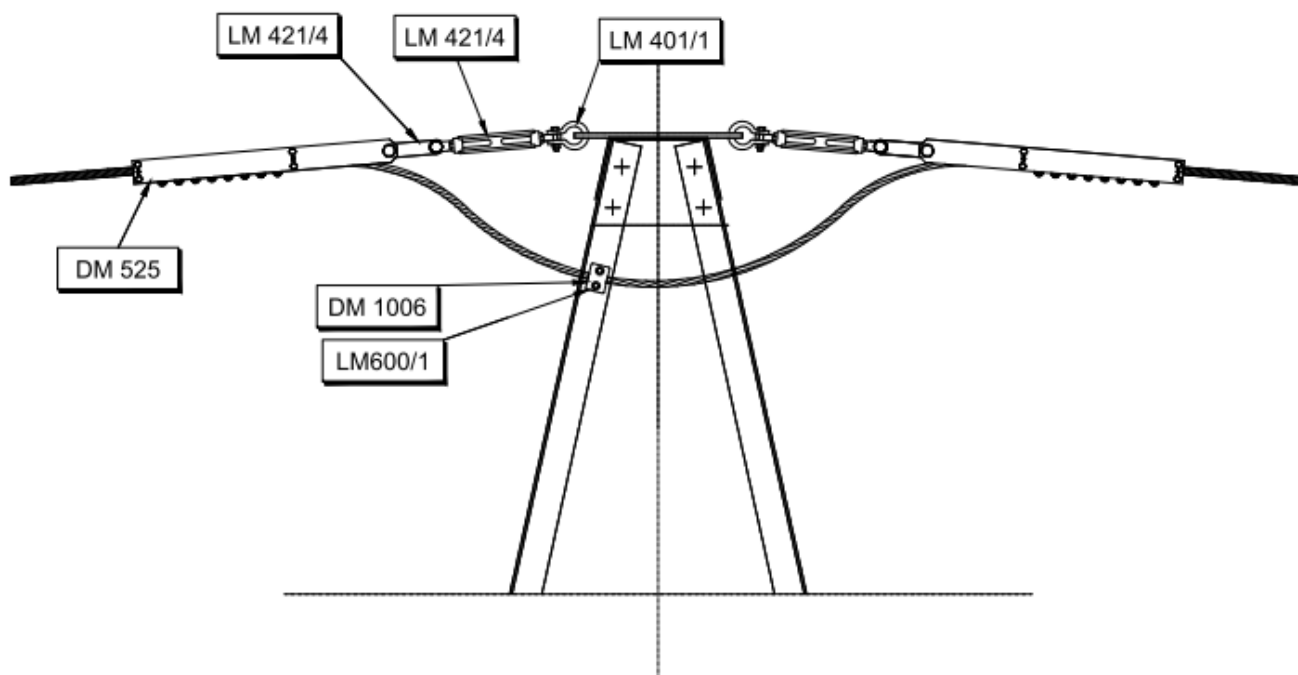


Figura 17 – Armamento in amarro per la Fune di Guardia Ø 11,5 con incorporate le Fibre Ottiche

PROGETTAZIONE: Tecnoprogetti Engineering & Consulting Ing. Marco Angelo Luigi Murru via Pietro Nenni, 11- 09042 – Monserato (CA)	CLIENTE: QUEEQUEG RENEWABLES, LTD Unit 3.21, 1110 Great West Road - TW80GP London (UK) Ecoenergy Project 2 S.r.l. via Alessandro Manzoni, 30 - 20121 MILANO (MI)	DOCUMENTO: 2332E 10500 Rev. 00 del 28/03/2022
OGGETTO: IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE RINNOVABILE - PIANO TECNICO OPERE DI RETE - RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA - RIMOZIONE LIMITAZIONI ELETTRODOTTO "ARBATAX- FLUMENDOSA II" -		Pag. 30 di 38

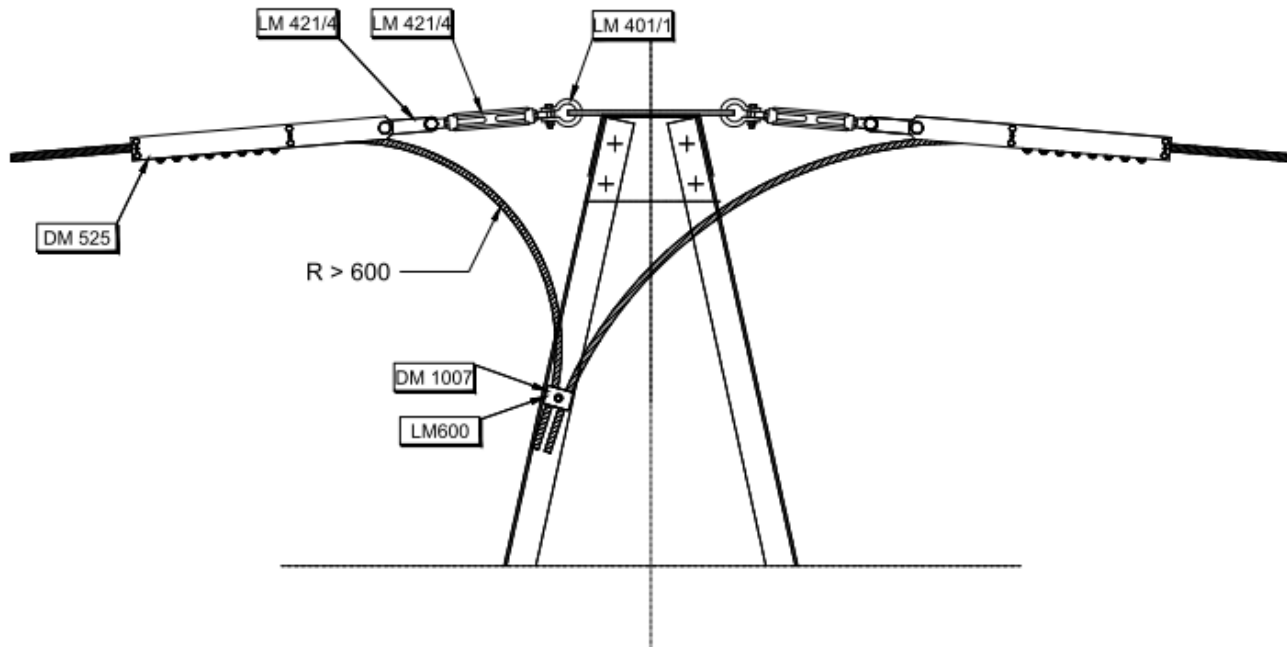
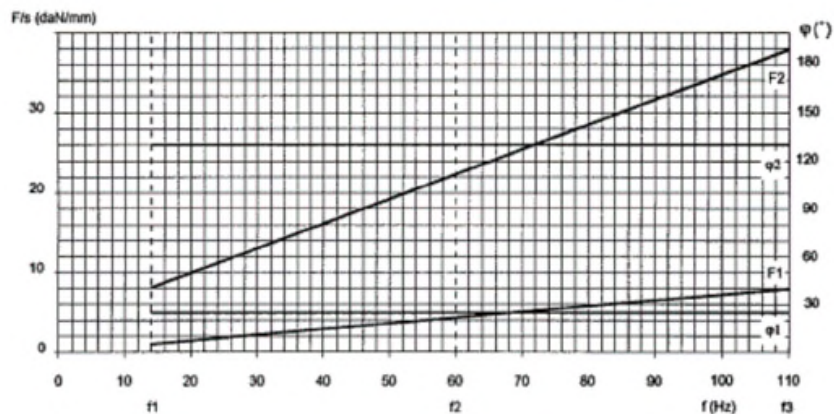


Figura 18 – Armamento in amarro per la Fune di Guardia Ø 11,5 con incorporate le Fibre Ottiche



Morsetto ad un solo bullone del tipo "a montaggio facilitato". La lunghezza minima del tratto di conduttore serrato è indicato nel particolare A.

Tenuta a scorrimento { Minima T1 = 1,5 kN
 Massima T2 = 3,0 kN



N. MATRICOLA 25 10 33

Curva di risposta in forza/spostamento compresa tra F1 e F2
 Curva di risposta in fase compresa tra phi1 e phi2
 Frequenze limiti: f1 = 14 Hz ; f2 = 60 Hz ; f3 = 110 Hz

Figura 19 – Smorzamento di vibrazione per Fune di Guardia Ø 11,5 con incorporate le Fibre Ottiche

PROGETTAZIONE: Tecnoprogetti Engineering & Consulting Ing. Marco Angelo Luigi Murru via Pietro Nenni, 11- 09042 – Monserrato (CA)	CLIENTE: QUEQUEG RENEWABLES, LTD Unit 3.21, 1110 Great West Road - TW80GP London (UK) Ecoenergy Project 2 S.r.l. via Alessandro Manzoni, 30 - 20121 MILANO (MI)	DOCUMENTO: 2332E 10500
		Rev. 00 del 28/03/2022
OGGETTO: IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE RINNOVABILE - PIANO TECNICO OPERE DI RETE - RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA - RIMOZIONE LIMITAZIONI ELETTRODOTTO "ARBATAX- FLUMENDOSA II" -		Pag. 31 di 38

5.1.6. Valutazione distanza da altre opere

Per quanto riguarda la verifica, nella zona interessata, non esistono condizioni particolari di verifica con sovraccarichi eccezionali. La costruzione delle linee elettriche aeree esterne è regolata dalla legge 28 Giugno 1986 n. 339 e dal suo regolamento di esecuzione D.M. LL.PP. 21 Marzo 1988 e successivi aggiornamenti apportati con D.M. 16 Gennaio 1991 e 5 Agosto 1998. Le suddette leggi sono state recepite dalla Norma CEI 11-4 (V° ed. del 1998). Le prescrizioni tecniche sono relative alle ipotesi di carico da considerare, alle prestazioni dei componenti della linea (sostegni, conduttori, morsetteria, ecc...), alle distanze di rispetto dei sostegni e dei conduttori da altre opere vicine o attraversate, (in funzione delle ipotesi di carico suddette) dal suolo e dalla vegetazione.

L'assetto e le sollecitazioni del conduttore devono essere calcolati nelle ipotesi indicate nella tabella seguente con riferimento alla zona A:

Condizioni	Temperatura	Vento trasversale	Spessore Ghiaccio	Prescrizione per linee 3ª classe
EDS	15°C	0	0	Tiro max < 25% carico rottura
MSA	-5°C	130 km/h	0	Tiro max < 50% carico rottura
MFA	55°C	0	0	Rispetto franchi sul terreno ecc.

Tabella 13

Legenda:

- EDS -> sollecitazione di ogni giorno (Every Day Stress)
- MSA -> Massima Sollecitazione in zona A
- MFA -> Massima Freccia in zona A

Le prescrizioni relative al rispetto dei franchi e delle distanze da altre opere sono riassunte nelle tabelle seguenti:

- Ipotesi di calcolo ai fini dell'applicazione delle distanze di rispetto per i conduttori (DM 21/03/1988 art. 2.2.04)

Condizioni	Temperatura	Vento	Ghiaccio
MFA	55°C	0	0

Tabella 14

- Distanze di rispetto dei conduttori (DM 21/03/1988 artt. 2.1.05 e 2.1.06)

CONDIZIONI DI CALCOLO	DISTANZA DA	VALORI DI LEGGE
MFA	Autostrade, strade statali e provinciali, ferrovie	9,25 m
MFA	Linee elettriche MT o BT	3,75 m
MFA	Linee telecomunicazione	3,75 m
MFA	Sostegni di altre linee	5,25 m
MFA	Terreno e acque non navigabili	6,40 m

Tabella 15

PROGETTAZIONE: Tecnoprogetti Engineering & Consulting Ing. Marco Angelo Luigi Murru via Pietro Nenni, 11- 09042 – Monserrato (CA)	CLIENTE: QUEEQUEG RENEWABLES, LTD Unit 3.21, 1110 Great West Road - TW80GP London (UK) Ecoenergy Project 2 S.r.l. via Alessandro Manzoni, 30 - 20121 MILANO (MI)	DOCUMENTO: 2332E 10500
		Rev. 00 del 28/03/2022
OGGETTO: IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE RINNOVABILE - PIANO TECNICO OPERE DI RETE - RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA - RIMOZIONE LIMITAZIONI ELETTRODOTTO "ARBATAX- FLUMENDOSA II" -		Pag. 32 di 38

- Distanze di rispetto dei sostegni (DM 21/03/1988 art. 2.1.07)

CONDIZIONI DI CALCOLO	DISTANZA DA	VALORI DI LEGGE
-	Confine strada statale	15,00 m
-	Confine strada provinciale	7,00 m
-	Confine strada comunale	3,00 m
-	Gasdotti con pressione uguale o maggiore di 25 atm	6,00 m
-	Oleodotti e gasdotti eserciti con pressione minore di 25 atm	2,00 m

Tabella 16

- Angoli di incrocio (DM 88 art. 2.1.10)

ANGOLO DI INCROCIO DELLA LINEA	VALORE DI LEGGE MINIMO
Con ferrovie, strade statali, autostrade	15°

Tabella 17

5.1.7. Fondazioni

Ciascun sostegno è dotato di quattro piedi e delle relative fondazioni. La fondazione è la struttura interrata atta a trasferire i carichi strutturali (compressione e trazione) dal sostegno al sottosuolo. In generale le tipologie di fondazioni adottate per i sostegni a traliccio, possono essere così raggruppate:

TIPOLOGIA DI SOSTEGNO	FONDAZIONE	TIPOLOGIA FONDAZIONE
Traliccio	Superficiale	Tipo CR o platea
	Profonda	Pali trivellati
		Micropali tipo tubfix

Tabella 18

Le fondazioni superficiali sono utilizzabili solo su terreni normali di buona e media consistenza, mentre nel caso di presenza di terreni con scarse caratteristiche geomeccaniche, su terreni instabili o su terreni allagabili vengono progettate fondazioni speciali (pali trivellati, micropali, tubFix.).

La scelta della tipologia fondazionale viene sempre condotta in funzione dei seguenti parametri, in accordo alle NTC 2018:

- Carichi trasmessi alla struttura di fondazione;
- Modello geotecnico caratteristico dell'area sulla quale è prevista la messa in opera del sostegno;
- Dinamica geomorfologica al contorno

Nella fase esecutiva della progettazione, per la scelta delle tipologie di fondazioni da impiegare, si procederà pertanto ad una campagna di indagini geognostiche e sondaggi mirati su ciascun picchetto, sulla base dei quali verranno scelte e dimensionate le fondazioni per ciascun sostegno.

PROGETTAZIONE: Tecnoprogetti Engineering & Consulting Ing. Marco Angelo Luigi Murru via Pietro Nenni, 11- 09042 – Monserrato (CA)	CLIENTE: QUEEQUEG RENEWABLES, LTD Unit 3.21, 1110 Great West Road - TW80GP London (UK) Ecoenergy Project 2 S.r.l. via Alessandro Manzoni, 30 - 20121 MILANO (MI)	DOCUMENTO: 2332E 10500 Rev. 00 del 28/03/2022
OGGETTO: IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE RINNOVABILE - PIANO TECNICO OPERE DI RETE - RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA - RIMOZIONE LIMITAZIONI ELETTRODOTTO "ARBATAX- FLUMENDOSA II" -		Pag. 33 di 38

5.1.7.1. Messa a terra dei sostegni

Per ogni sostegno, in funzione della resistività del terreno misurata in sito e secondo quanto indicato dal riferimento normativo rappresentato dalla Norma CEI 99-3 (CEI EN 50522) "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.", 2011-07 verrà dimensionato l'impianto disperdente il quale avrà la molteplice funzionalità di:

- Sopportare dal punto di vista termico la massima corrente dispersa
- Salvaguardare la sicurezza delle persone durante il guasto
- Assicurare l'affidabilità della linea, riducendo il rischio di fuori servizio della stessa, in caso di fulminazione, ad un valore ritenuto accettabile.

L'impianto di terra dei nuovi sostegni sarà costituito in linea generale da dispersori ad anello eventualmente integrati con dispersori di profondità.

5.1.7.2. Scavi

La realizzazione di un elettrodotto aereo è suddivisibile in tre fasi principali:

- Esecuzione delle fondazioni dei sostegni;
- Montaggio dei sostegni;
- Messa in opera dei conduttori e delle corde di guardia.

Solo la prima fase comporta movimenti di terra, come descritto nel seguito.

Oltre agli scavi di fondazione, saranno realizzati dei piccoli scavi in prossimità del sostegno per la posa dei dispersori di terra con successivo rinterro e costipamento. La realizzazione delle fondazioni di un sostegno prende avvio con l'allestimento dei cosiddetti "microcantieri" relativi alle zone localizzate da ciascun sostegno. Essi sono destinati alle operazioni di scavo, getto in cemento armato delle fondazioni, rinterro ed infine all'assemblaggio degli elementi costituenti la tralicciatura del sostegno. Mediamente interessano un'area circostante delle dimensioni di circa 25x25 m e sono immuni da ogni emissione dannosa.

5.1.7.3. Opere civili – Fondazioni sostegni di linea

Con il termine fondazione si intende la struttura (mista in acciaio-calcestruzzo) interrata, incaricata di trasmettere gli sforzi al terreno (compressione e/o strappamento), generati da:

- peso dei conduttori;
- peso degli armamenti;
- peso del sostegno;

con anche sommate le azioni del vento sulle sezioni coperte da un eventuale manicotto di ghiaccio (in funzione della zona climatica).

Le fondazioni unificate per i sostegni della serie 150 kV semplice terna sono del tipo a piedini separati e sono utilizzabili su terreni normali, di buona o media consistenza.

Ciascun piedino di fondazione è composto di tre parti:

PROGETTAZIONE: Tecnoprogetti Engineering & Consulting Ing. Marco Angelo Luigi Murru via Pietro Nenni, 11- 09042 – Monserrato (CA)	CLIENTE: QUEEQUEG RENEWABLES, LTD Unit 3.21, 1110 Great West Road - TW80GP London (UK) Ecoenergy Project 2 S.r.l. via Alessandro Manzoni, 30 - 20121 MILANO (MI)	DOCUMENTO: 2332E 10500 Rev. 00 del 28/03/2022
OGGETTO: IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE RINNOVABILE - PIANO TECNICO OPERE DI RETE - RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA - RIMOZIONE LIMITAZIONI ELETTRODOTTO "ARBATAX- FLUMENDOSA II" -		Pag. 34 di 38

- a) un blocco di calcestruzzo armato costituito da una base, che appoggi sul fondo dello scavo, formata da una serie di platee (parallelepipedi a pianta quadrata) sovrapposte; detta base è simmetrica rispetto al proprio asse verticale;
- b) un colonnino a sezione circolare, inclinato secondo la pendenza del montante del sostegno;
- c) un "moncone" annegato nel calcestruzzo al momento del getto, collegato al montante del "piede" del sostegno. Il moncone è costituito da un angolare, completo di squadrette di ritenuta, che si collega con il montante del piede del sostegno mediante un giunto a sovrapposizione. I monconi sono raggruppati in tipi, caratterizzati dalla dimensione dell'angolare, ciascuno articolato in un certo numero di lunghezze.

Poiché le fondazioni unificate sono utilizzabili solo su terreni normali di buona e media consistenza, per sostegni posizionati su terreni con scarse caratteristiche geomeccaniche, su terreni instabili, su terreni allagabili o su versanti ad elevata pendenza, potrebbero essere necessarie fondazioni speciali (pali trivellati, micropali, tiranti in roccia), sulla base di apposite indagini geotecniche che saranno effettuate in fase esecutiva.

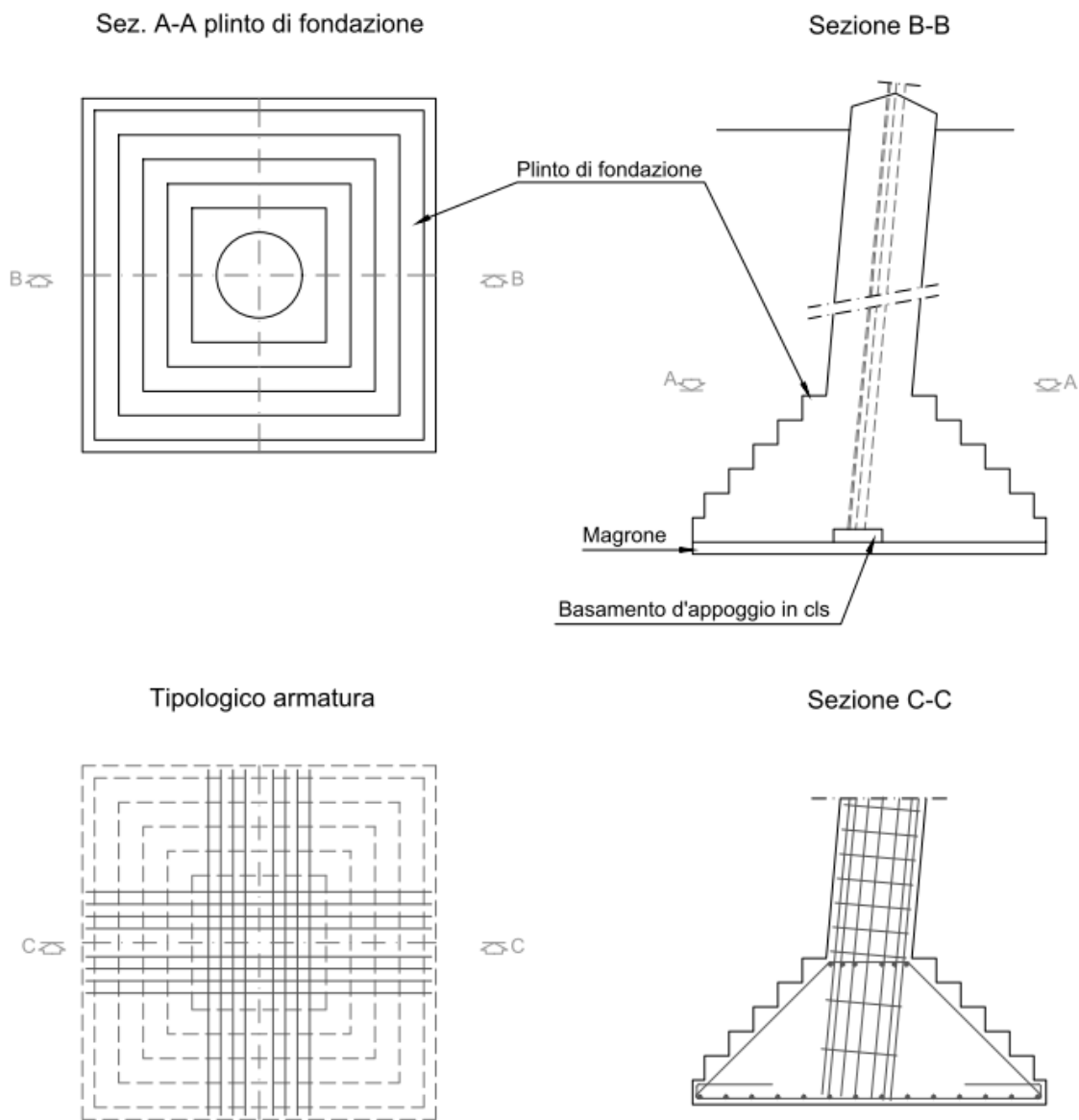
Per l'opera in oggetto in fase esecutiva saranno effettuate delle approfondite indagini geognostiche, che permetteranno di utilizzare la fondazione che meglio si adatti alle caratteristiche geomeccaniche e morfologiche del terreno interessato.

5.1.7.3.1. Fondazioni a plinto con riseghe

Predisposti gli accessi alle piazzole per la realizzazione dei sostegni, si procede alla pulizia del terreno e allo scavo delle fondazioni. Queste saranno in genere di tipo diretto e dunque si limitano alla realizzazione di 4 plinti agli angoli dei tralicci (fondazioni a piedini separati).

Ognuna delle quattro buche di alloggiamento della fondazione è realizzata utilizzando un escavatore e avrà dimensioni di circa 3x3 m con una profondità non superiore a 4 m, per un volume medio di scavo pari a circa 30 mc; una volta realizzata l'opera, la parte che resterà in vista sarà costituita dalla parte fuori terra dei colonnini di diametro di circa 1 m. Pulita la superficie di fondo scavo si getta, se ritenuto necessario per un migliore livellamento, un sottile strato di "magrone". Nel caso di terreni con falda superficiale, si procederà all'aggottamento dell'acqua dallo scavo con una pompa. In seguito si procede con il montaggio dei raccordi di fondazione e dei piedi, il loro accurato livellamento, la posa dell'armatura di ferro e delle cassetture, il getto del calcestruzzo. Trascorso il periodo di stagionatura dei getti, si procede al disarmo delle cassetture. Si esegue quindi il rinterro con il materiale proveniente dagli scavi, se ritenuto idoneo, ripristinando il preesistente andamento naturale del terreno. Il materiale di risulta, mediamente meno del 10% di quello scavato, sarà gestito secondo quanto previsto nel piano di utilizzo delle terre e rocce da scavo.

PROGETTAZIONE: Tecnoprogetti Engineering & Consulting Ing. Marco Angelo Luigi Murru via Pietro Nenni, 11- 09042 – Monserrato (CA)	CLIENTE: QUEEQUEG RENEWABLES, LTD Unit 3.21, 1110 Great West Road - TW80GP London (UK) Ecoenergy Project 2 S.r.l. via Alessandro Manzoni, 30 - 20121 MILANO (MI)	DOCUMENTO: 2332E 10500
		Rev. 00 del 28/03/2022
OGGETTO: IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE RINNOVABILE - PIANO TECNICO OPERE DI RETE - RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA - RIMOZIONE LIMITAZIONI ELETTRODOTTO "ARBATAX- FLUMENDOSA II" -		Pag. 35 di 38



MATERIALI

- CALCESTRUZZO PER GETTI DI SOTTOFONDAZIONE C12/C15
- CALCESTRUZZO PER GETTI DI FONDAZIONE C25/30
- ACCIAIO PER ARMATURE B450C
- COPRIFERRO 4 cm
- SOVRAPP.E ARMATURA SE NON DIVERSAMENTE SPECIF.: 60Ø

PRESCRIZIONI OPERATIVE

PREVEDERE UNA ADEGUATA COMPATTAZIONE DEL TERRENO DI RINTERRO (PESO SPECIFICO > 1800 daN/mc)

Figura 20 - Tipologico fondazione sostegno - Plinto di fondazione con riseghe

PROGETTAZIONE: Tecnoprogetti Engineering & Consulting Ing. Marco Angelo Luigi Murru via Pietro Nenni, 11- 09042 – Monserrato (CA)	CLIENTE: QUEEQUEG RENEWABLES, LTD Unit 3.21, 1110 Great West Road - TW80GP London (UK) Ecoenergy Project 2 S.r.l. via Alessandro Manzoni, 30 - 20121 MILANO (MI)	DOCUMENTO: 2332E 10500 Rev. 00 del 28/03/2022
OGGETTO: IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE RINNOVABILE - PIANO TECNICO OPERE DI RETE - RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA - RIMOZIONE LIMITAZIONI ELETTRODOTTO "ARBATAX- FLUMENDOSA II" -		Pag. 36 di 38

5.1.7.3.2. Pali trivellati

La realizzazione delle fondazioni con pali trivellati avviene come segue.

Pulizia del terreno; posizionamento della macchina operatrice; realizzazione di un fittone per ogni piedino mediante trivellazione fino alla quota prevista in funzione della litologia del terreno desunta dalle prove geognostiche eseguite in fase esecutiva (mediamente 15 m) con diametri che variano da 1,5 a 1,0 m, per complessivi 15 mc circa per ogni fondazione; posa dell'armatura; getto del calcestruzzo fino alla quota di imposta del traliccio. Successivamente si procederà al montaggio e posizionamento della base del traliccio; alla posa dei ferri d'armatura, alla casseratura del pilastro ed al getto di calcestruzzo per realizzare il raccordo di fondazione al trivellato; ed infine il disarmo ed il ripristino del piano campagna ed all'eventuale rinverdimento. Durante la realizzazione dei trivellati, per limitare gli inconvenienti dovuti alla presenza di falda, verrà utilizzata, in alternativa al tubo forma metallico, della bentonite che a fine operazioni dovrà essere recuperata e smaltita secondo le vigenti disposizioni di legge. Anche in questo caso il materiale di risulta sarà gestito secondo quanto previsto nel piano di utilizzo delle terre e rocce da scavo.

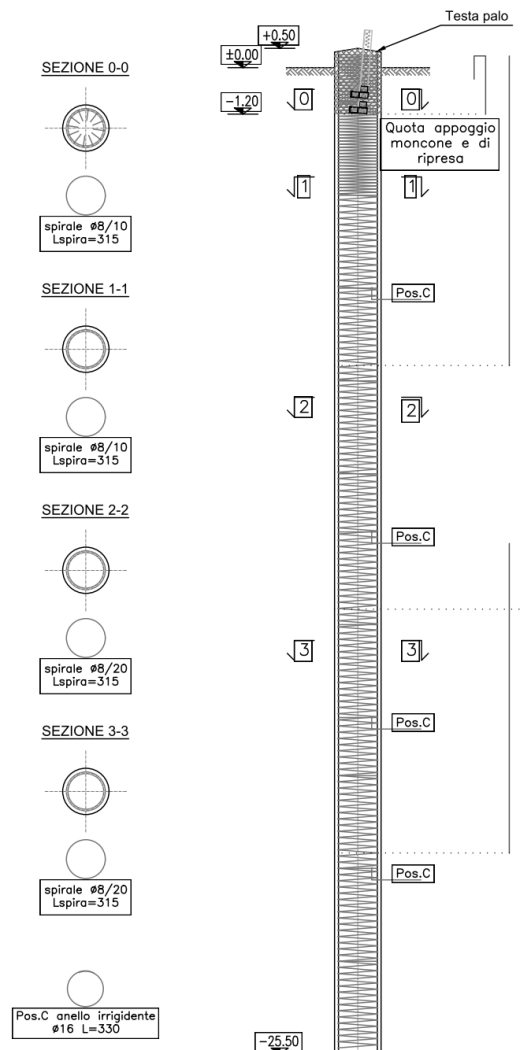


Figura 21 - Tipologico fondazione sostegno - Palo trivellato -

PROGETTAZIONE: Tecnoprogetti Engineering & Consulting Ing. Marco Angelo Luigi Murru via Pietro Nenni, 11- 09042 – Monserrato (CA)	CLIENTE: QUEEQUEG RENEWABLES, LTD Unit 3.21, 1110 Great West Road - TW80GP London (UK) Ecoenergy Project 2 S.r.l. via Alessandro Manzoni, 30 - 20121 MILANO (MI)	DOCUMENTO: 2332E 10500 Rev. 00 del 28/03/2022
OGGETTO: IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE RINNOVABILE - PIANO TECNICO OPERE DI RETE - RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA - RIMOZIONE LIMITAZIONI ELETTRODOTTO "ARBATAX- FLUMENDOSA II" -		Pag. 37 di 38

5.1.7.3.3. Micropali

La realizzazione delle fondazioni con micropali avviene come segue.

Pulizia del terreno; posizionamento della macchina operatrice; realizzazione di una serie di micropali per ogni piedino con trivellazione fino alla quota prevista; posa dell'armatura; iniezione malta cementizia. Scavo per la realizzazione dei dadi di raccordo micropali-traliccio; messa a nudo e pulizia delle armature dei micropali; montaggio e posizionamento della base del traliccio; posa in opera delle armature del dado di collegamento; getto del calcestruzzo. Il volume di scavo complessivo per ogni piedino è circa 5 m³. A fine stagionatura del calcestruzzo si procederà al disarmo dei dadi di collegamento; al ripristino del piano campagna ed all'eventuale rinverdimento.

Durante la realizzazione dei micropali, per limitare gli inconvenienti dovuti alla presenza di falda, verrà utilizzato un tubo forma metallico, per contenere le pareti di scavo, che contemporaneamente alla fase di getto sarà recuperato. Anche in questo caso il materiale di risulta sarà gestito secondo quanto previsto nel piano di utilizzo delle terre e rocce da scavo.

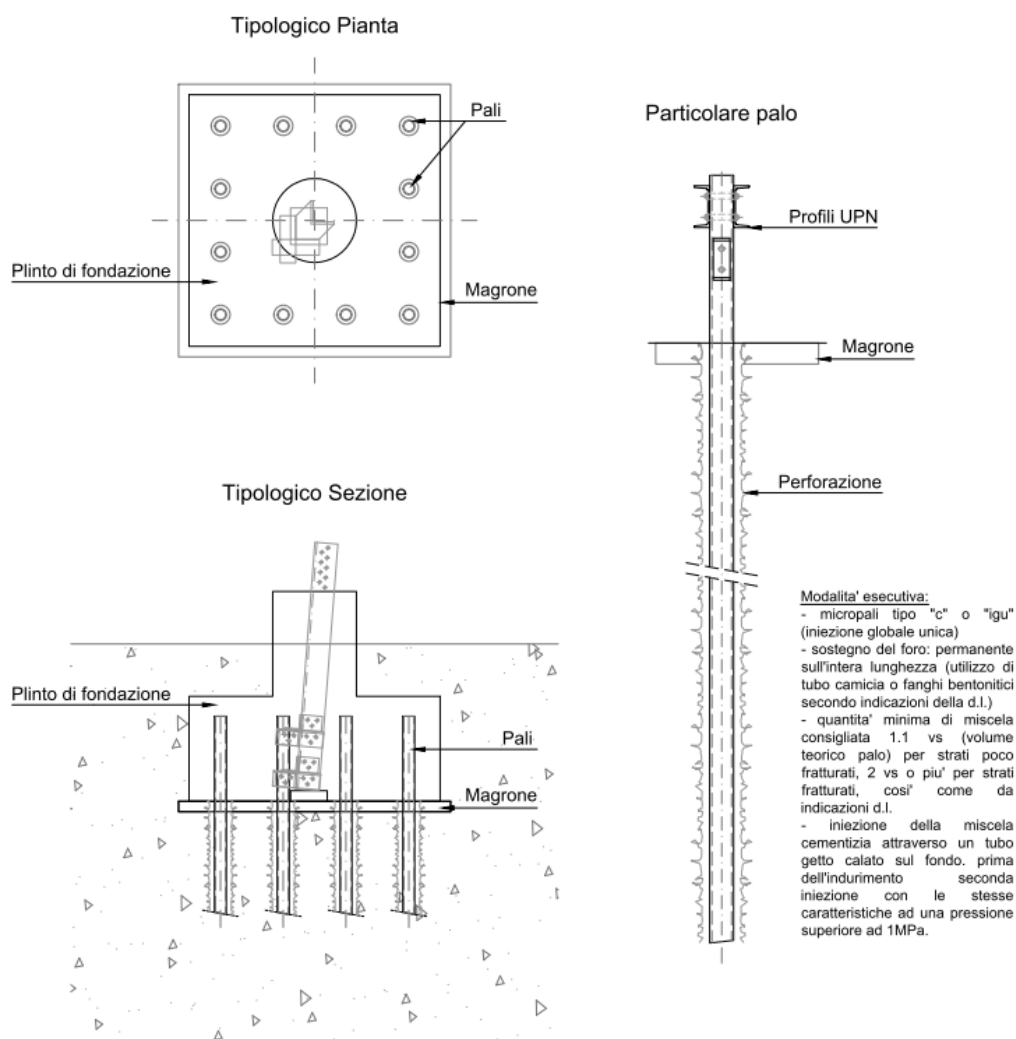


Figura 22 - Tipologico fondazione sostegno - Micropali -

PROGETTAZIONE: Tecnoprogetti Engineering & Consulting Ing. Marco Angelo Luigi Murru via Pietro Nenni, 11- 09042 – Monserrato (CA)	CLIENTE: QUEEQUEG RENEWABLES, LTD Unit 3.21, 1110 Great West Road - TW80GP London (UK) Ecoenergy Project 2 S.r.l. via Alessandro Manzoni, 30 - 20121 MILANO (MI)	DOCUMENTO: 2332E 10500 Rev. 00 del 28/03/2022
OGGETTO: IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE RINNOVABILE - PIANO TECNICO OPERE DI RETE - RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA - RIMOZIONE LIMITAZIONI ELETTRODOTTO "ARBATAX- FLUMENDOSA II" -		Pag. 38 di 38

5.1.7.3.4. Tiranti in roccia

La realizzazione delle fondazioni con tiranti in roccia avviene come segue.

Pulizia del banco di roccia con asportazione del "cappellaccio" superficiale degradato (circa 30 cm) nella posizione del piedino, fino a trovare la parte di roccia più consistente; posizionamento della macchina operatrice per realizzare una serie di ancoraggi per ogni piedino; trivellazione fino alla quota prevista; posa delle barre in acciaio; iniezione di resina sigillante (biacca) fino alla quota prevista;

Scavo, tramite demolitore, di un dado di collegamento tiranti-traliccio delle dimensioni 1,5 x 1,5 x 1 m; montaggio e posizionamento della base del traliccio; posa in opera dei ferri d'armatura del dado di collegamento; getto del calcestruzzo.

Trascorso il periodo di stagionatura dei getti, si procede al disarmo delle cassetture. Si esegue quindi il rinterro con il materiale proveniente dagli scavi, se ritenuto idoneo. Il materiale di risulta, mediamente meno del 10% di quello scavato, sarà gestito secondo quanto previsto nel piano di utilizzo delle terre e rocce da scavo.

6. Conclusioni

Per rimuovere le limitazioni della linea **T. 318 "Arbatax-Flumendosa II salto"**, sono state individuate e rappresentate due soluzioni entrambe valide, tuttavia prima di procedere ai calcoli esecutivi è necessario il parere del Gestore, che possiede le informazioni complete sui piani di sviluppo e potrà decidere in merito quale delle due rappresenta meglio l'esigenza della Rete Nazionale di Trasmissione per la zona di interesse.