



3E Ingegneria srl

POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV
"SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO"
CARATTERISTICHE COMPONENTI

 Fred. Olsen Renewables

OGGETTO / SUBJECT

151.21.01.R.07

00

Apr. 2023

2/75

TAG

REV

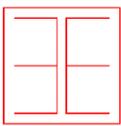
DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER

S O M M A R I O

1	PARTICOLARI COSTRUTTIVI	3
1.1	Conduttore.....	3
1.2	Isolatori.....	5
1.3	Fune di guardia	7
1.4	Fondazioni	8
1.5	Armamento.....	9
1.6	Schematici sostegni.....	17
1.6.1	Tipo L.....	17
1.6.2	Tipo N.....	20
1.6.3	Tipo M.....	25
1.6.4	Tipo P.....	28
1.6.5	Tipo V.....	33
1.6.6	Tipo C.....	38
1.6.7	Tipo E.....	42
1.6.8	Tipo E doppia terna.....	46
1.6.9	Tipo E*.....	50
1.6.10	Palo gatto.....	54
2	PREMESSA	59
3	ELEMENTI COSTRUTTIVI.....	61
4	UTILIZZO DEGLI ABACHI PER LA SELEZIONE DEI DDP	63
5	ARMATURE DI FONDAZIONE	65
6	SICUREZZA ELETTRICA	68
7	CALCOLO DELLA CORRENTE DI TERRA IE.....	72
8	POTENZIALI TRASFERITI	73
8.1	Interferenze con impianti di bassa tensione esterni ai dispositivi di messa a terra DDP	73
8.2	Potenziali trasferiti su masse estranee.....	73



3E Ingegneria srl

POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV
"SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO"
CARATTERISTICHE COMPONENTI

OGGETTO / SUBJECT

151.21.01.R.07

00

Apr. 2023

3/75

TAG

REV

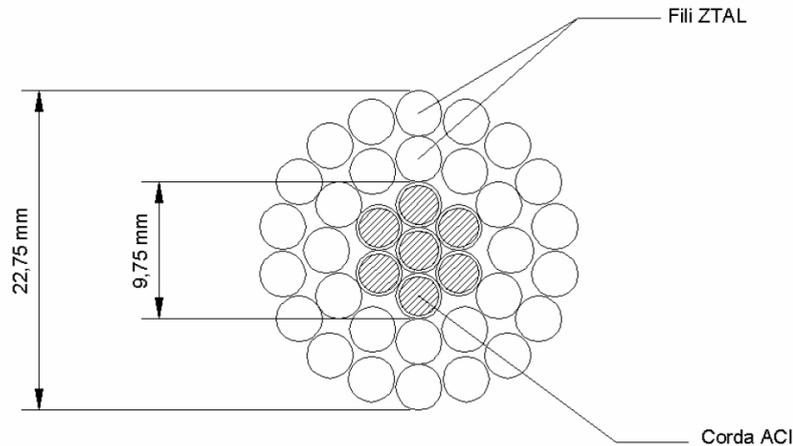
DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER

1 PARTICOLARI COSTRUTTIVI

1.1 Conduttore



FORMAZIONE	ZTAL	30 x 3,25	
	ACI	7 x 3,25	
SEZIONI TEORICHE (mm ²)	ZTAL	248,87	
	ACI	Lega Fe-Ni	43,55
		Alluminio	14,52
	Totale		58,07
MASSA TEORICA (kg/m)	306,94		
RESISTENZA ELETTRICA TEORICA A 20 °C (ohm/km)	1,083		
CARICO DI ROTTURA (daN)	0,11068		
TEMPERATURA DI TRANSIZIONE NOMINALE (°C)	9258		
MODULO ELASTICO FINALE (daN/mm ²)	112 (*)		
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE TERMICA (**) (1/°C)	Corda ACI	14375	
	Intero Conduttore	7990	
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE TERMICA (**) (1/°C)	Corda ACI	4,8E-6	
	Intero Conduttore	16,8E-6	

(*) La temperatura di transizione nominale è riferita a un conduttore tesato 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



3E Ingegneria srl

POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV
"SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO"
CARATTERISTICHE COMPONENTI

 Fred. Olsen Renewables

OGGETTO / SUBJECT

151.21.01.R.07

00

Apr. 2023

4/75

TAG

REV

DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER



LINEE AEREE A.T.
CONDUTTORE A CORDA
DI ALLUMINIO - ACCIAIO DIAMETRO 31,5

RQ UT 0000C2

Revisione: 01

Pagina: 2/2

4. Unità di misura:

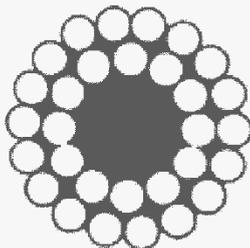
L'unità di misura con la quale deve essere espressa la quantità del materiale è la massa in chilogrammi (Kg)

5. Modalità di applicazione dei prodotti di protezione:

Il conduttore C 2/2 dovrà essere completamente ingrassato, ad eccezione della superficie esterna dei fili elementari del mantello esterno.

Le modalità di ingrassaggio devono essere rispondenti alla norma EN 50182 del Maggio 2001 Caso 4 Figura B.1, annesso B.

La massa teorica di grasso espressa in gr/m, con una densità di 0,87 gr/cm³, calcolata secondo la norma EN 50182 dovrà essere pari a 103,39 gr/m.



Clr. Norma EN 50182 Maggio 2001 Caso 4 Figura B.1, annesso B

6. Caratteristiche dei prodotti di protezione:

Il grasso utilizzato dovrà essere conforme alla norma prEN 50326 Ottobre 2001 tipo 20A180 ovvero 20B180.

Il Fornitore del conduttore, dovrà consegnare la documentazione di conformità del grasso utilizzato.



3E Ingegneria srl

POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV
"SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO"
CARATTERISTICHE COMPONENTI

Fred. Olsen Renewables

OGGETTO / SUBJECT

151.21.01.R.07

00

Apr. 2023

5/75

TAG

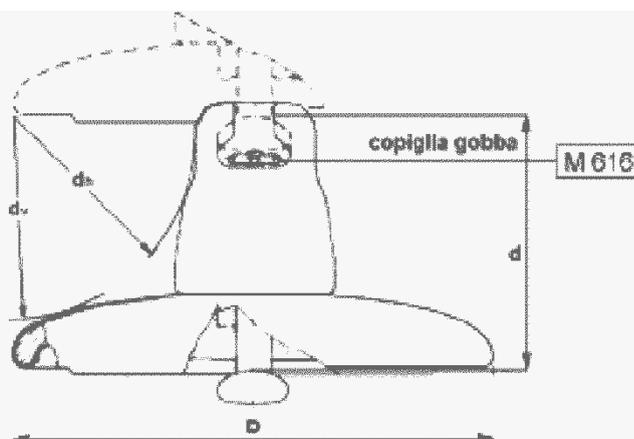
REV

DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER

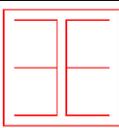
1.2 Isolatori



TIPO		1/1	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6
Carico di Rottura (kN)		70	120	160	210	400	300
Diametro Nominale Parte Isolante (mm)		255	255	280	280	360	320
Passo (mm)		146	146	146	170	205	195
Accoppiamento CEI 36-10 (grandezza)		16	16	20	20	28	24
Linea di Fuga Nominale Minima (mm)		295	295	315	370	525	425
Dh Nominale Minimo (mm)		85	85	85	95	115	100
Dv Nominale Minimo (mm)		102	102	102	114	150	140
Condizioni di Prova in Nebbia Salina	Numero di Isolatori Costituenti la Catena	9	13	21	18	15	16
	Tensione (kV)	98	142	243	243	243	243
Salinità di Tenuta (**)(kg/ m ³)		14	14	14	14	14	14
Matricola SAP.		1004120	1004122	1004124	1004126	1004128	01012241

(**) La salinità di tenuta, verificata su una catena, viene convenzionalmente assunta come caratteristica propria del tipo di elemento isolante.

- Materiale: parte isolante in vetro sodocalcico temprato; cappa in ghisa malleabile (UNI EN 1562) zincata a caldo; perno in acciaio al carbonio (UNI EN 10063-1) zincato a caldo; coppiglia in acciaio inossidabile.
- Tolleranze:
 - sul valore nominale del passo: secondo la pubblicazione IEC 305 par. 3
 - sugli altri valori nominali: secondo la Norma CEI 36-5 par. 24.
- Su ciascun esemplare deve essere marcata la sigla U seguita dal carico di rottura dell'isolatore, il marchio di fabbrica del costruttore e l'anno di fabbricazione
- Prescrizioni per la costruzione ed il collaudo: J 3900.
- Prescrizioni per la fornitura: J 3901 per quanto applicabile.
- Tensione di tenuta alla perforazione elettrica f.l.: in o/a, 80 kV eff. (J1/1, J1/2); 100 kV eff. (J1/3, J1/4, J1/5, J1/6).
- Tensione di tenuta alla perforazione elettrica ad impulso in aria: 2,5 p.u. (per unità della tensione di scarica 50% a impulso atmosferico standard di polarità negativa).
- L'unità di misura con la quale deve essere espressa la quantità di materiale è il numero di esemplari: n.



3E Ingegneria srl

POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV
"SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO"
CARATTERISTICHE COMPONENTI

Fred. Olsen Renewables

OGGETTO / SUBJECT

151.21.01.R.07

00

Apr. 2023

6/75

TAG

REV

DATE

PAG / TOT

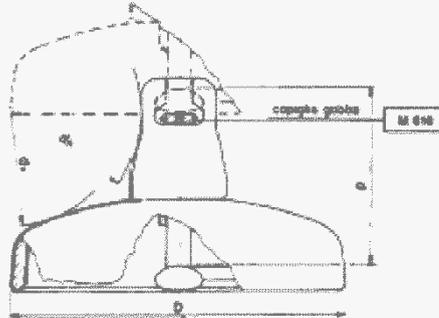
CLIENTE / CUSTOMER

UNIFICAZIONE

ENEL

ISOLATORI CAPPA E PERNO DI TIPO ANTISALE
IN VETRO TEMPRATO

30 24 B

LJ 2Luglio 1989
Ed. 6 - 1/1

000 - UPU - DOI - UTSC - DER - CREL

MATRICOLA		30 24 21	30 24 25	30 24 53	30 24 55
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
d _n nominale minimo	(mm)	75	75	90	90
d _n 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/m ³)	56	56	56	56

(*) In alternativa a questo tipo può essere impiegato il tipo J 4 in porcellana.

- Materiale: parte isolante in vetro sodocalcico temprato; cappella in ghisa malleabile (UNI ISO 5922) zincata a caldo; perno in acciaio al carbonio (UNI 7845-7874) zincato a caldo; copiglia in acciaio inossidabile.
 - Tolleranze:
 - sul valore nominale del passo: secondo la pubblicazione IEC 305 (1974) par. 3
 - sugli altri valori nominali: secondo la Norma CEI 36-5 (1979) par. 24.
 - Su ciascun esemplare deve essere marcata la sigla U seguita dal carico di rottura dell'isolatore, il marchio di fabbrica del costruttore e l'anno di fabbricazione.
 - Prescrizioni per la costruzione ed il collaudo: DJ 3900.
 - Prescrizioni per la fornitura: DJ 3901.
 - Tensione di tenuta alla perforazione elettrica a f.e.: in olio, 80 kV eff. (J 2/1, J 2/2); 100 kV eff. (J 2/3, J 2/4).
 - Tensione di tenuta alla perforazione elettrica ad impulso in aria: 2,5 pu. (per unità della tensione di scarica 50% a impulso atmosferico standard di polarità negativa).
 - L'unità di misura con la quale deve essere espressa la quantità di materiale è il numero di esemplari: n.
- (**) La salinità di tenuta, verificata su una catena, viene convenzionalmente assunta come caratteristica propria del tipo di elemento isolante.

Esempio di designazione abbreviata:

ISOLATORE ANTISALE VETRO CAPERNO 210kN UE

 3E Ingegneria srl	POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV "SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO" CARATTERISTICHE COMPONENTI				
	OGGETTO / SUBJECT				
	151.21.01.R.07	00	Apr. 2023		7/75
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

1.3 Fune di guardia



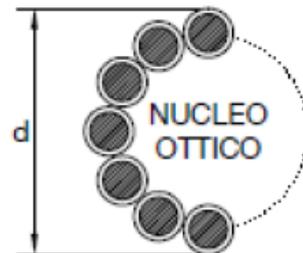
Specifica di componente

FUNE DI GUARDIA CON 48 FIBRE OTTICHE ϕ 11,5 mm

LIN_00000C59

Rev. 00
del 01/06/2012

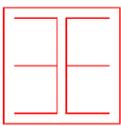
Pag. 1 di 1



DIAMETRO NOMINALE ESTERNO		(mm)	$\leq 11,5$	
MASSA UNITARIA TEORICA (Eventuale grasso compreso)		(kg/m)	$\leq 0,6$	
RESISTENZA ELETTRICA TEORICA A 20 °C		(ohm/km)	$\leq 0,9$	
CARICO DI ROTTURA		(daN)	≥ 7450	
MODULO ELASTICO FINALE		(daN/mm ²)	≥ 10000	
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE TERMICA		(1/°C)	$\leq 16,0E-6$	
MAX CORRENTE C.TO C.TO DURATA 0,5 s		(kA)	≥ 10	
FIBRE OTTICHE SM-R (Single Mode Reduced)	NUMERO	(n°)	48	
	ATTENUAZIONE	a 1310 nm	(dB/km)	$\leq 0,36$
		a 1550 nm	(dB/km)	$\leq 0,22$
	DISPERSIONE CROMATICA	a 1310 nm	(ps/nm · km)	$\leq 3,5$
a 1550 nm		(ps/nm · km)	≤ 20	

NOTE

1. Prescrizioni per la costruzione ed il collaudo: LIN_000C3907
2. Imballo e pezzature: bobine da 4000 m (salvo diversa prescrizione in sede di ordinazione).
3. Unità di misura: la quantità del materiale deve essere espressa in m.
4. Sigillatura: eseguita mediante materiale termoresistente e autovulcanizzante.



3E Ingegneria srl

POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV
"SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO"
CARATTERISTICHE COMPONENTI

Fred. Olsen Renewables

OGGETTO / SUBJECT

151.21.01.R.07

00

Apr. 2023

8/75

TAG

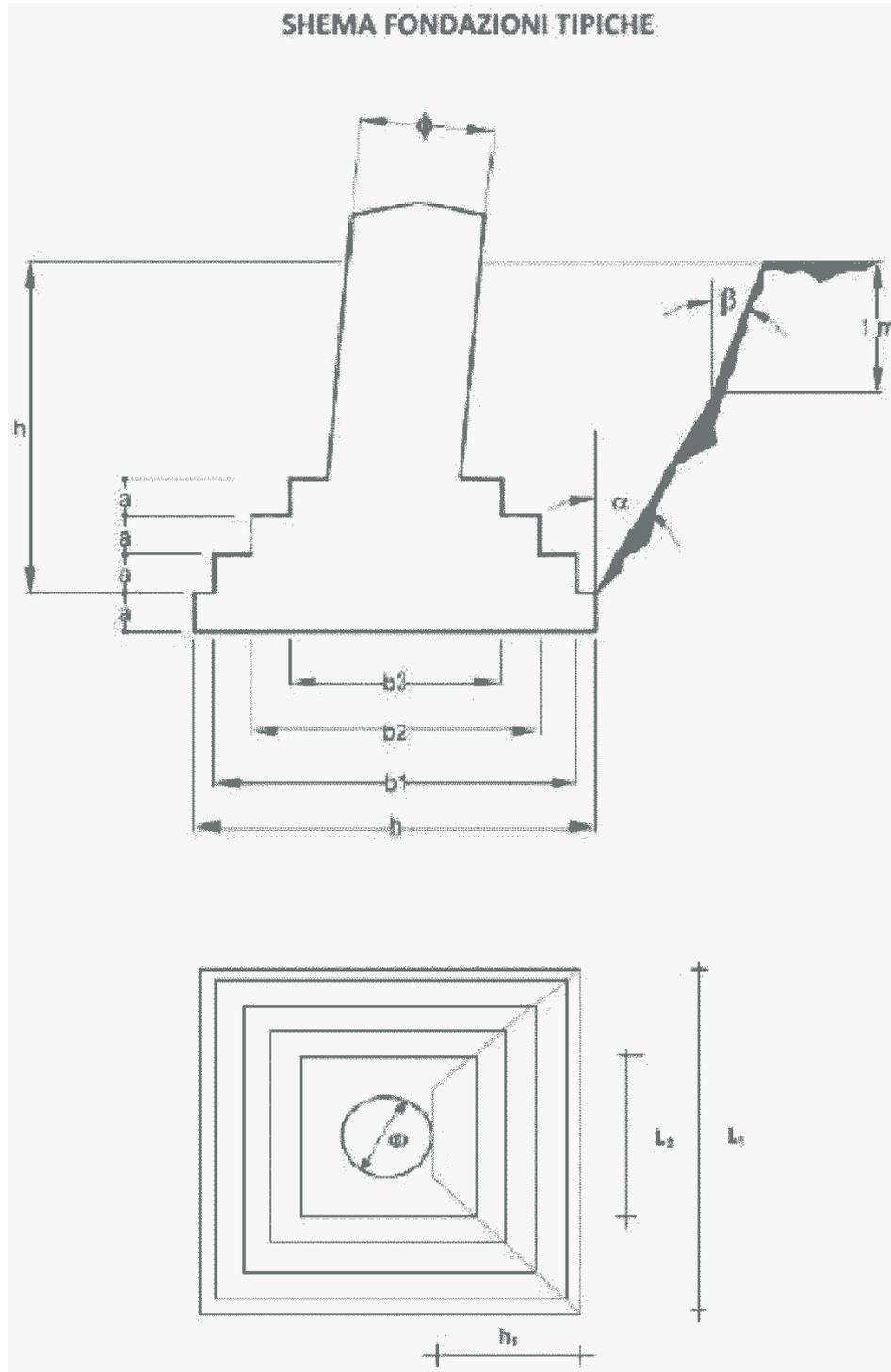
REV

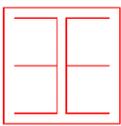
DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER

1.4 Fondazioni





3E Ingegneria srl

POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV
"SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO"
CARATTERISTICHE COMPONENTI

Fred. Olsen Renewables

OGGETTO / SUBJECT

151.21.01.R.07

00

Apr. 2023

9/75

TAG

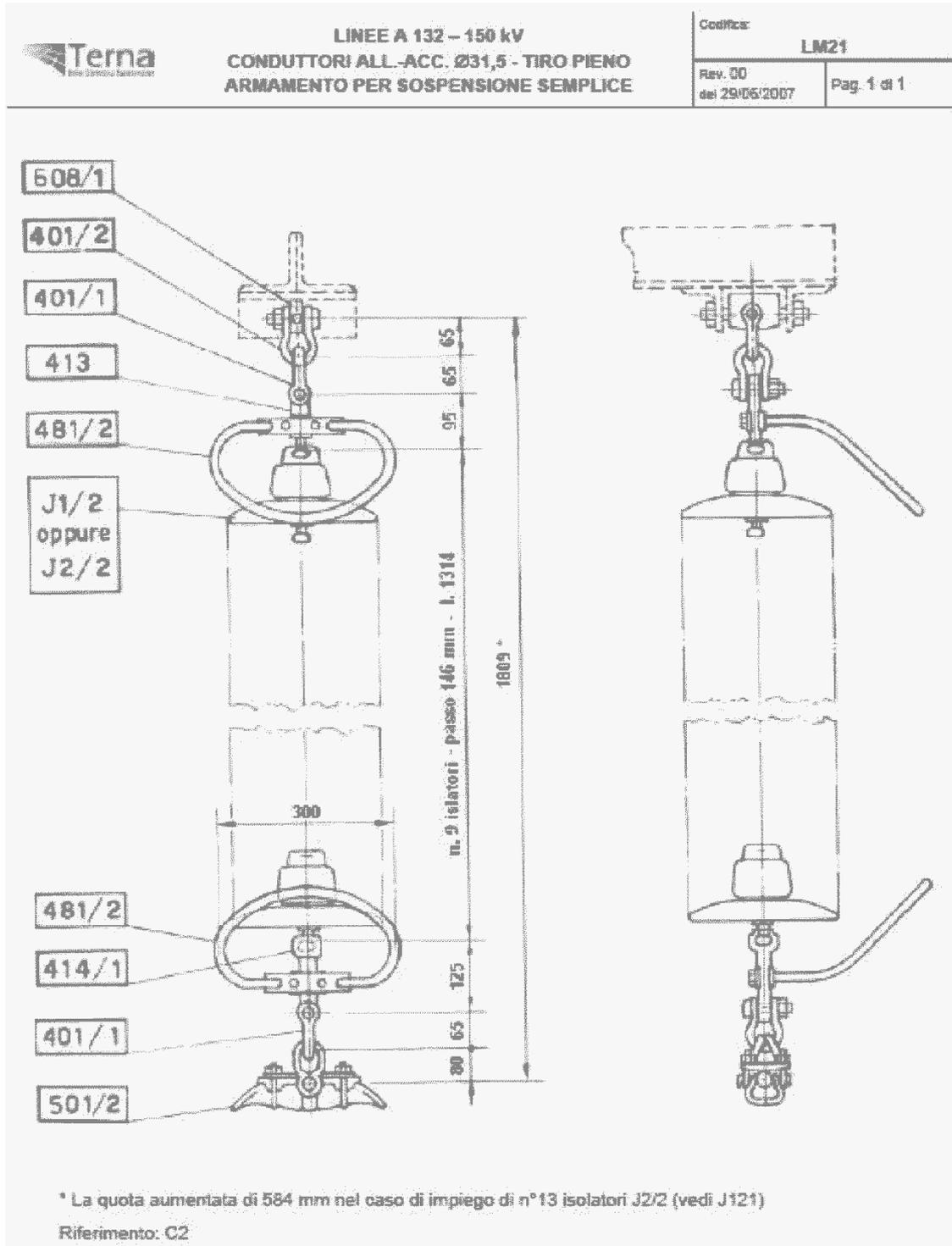
REV

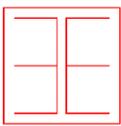
DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER

1.5 Armamento





3E Ingegneria srl

POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV
"SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO"
CARATTERISTICHE COMPONENTI

Fred. Olsen Renewables

OGGETTO / SUBJECT

151.21.01.R.07

00

Apr. 2023

10/75

TAG

REV

DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER



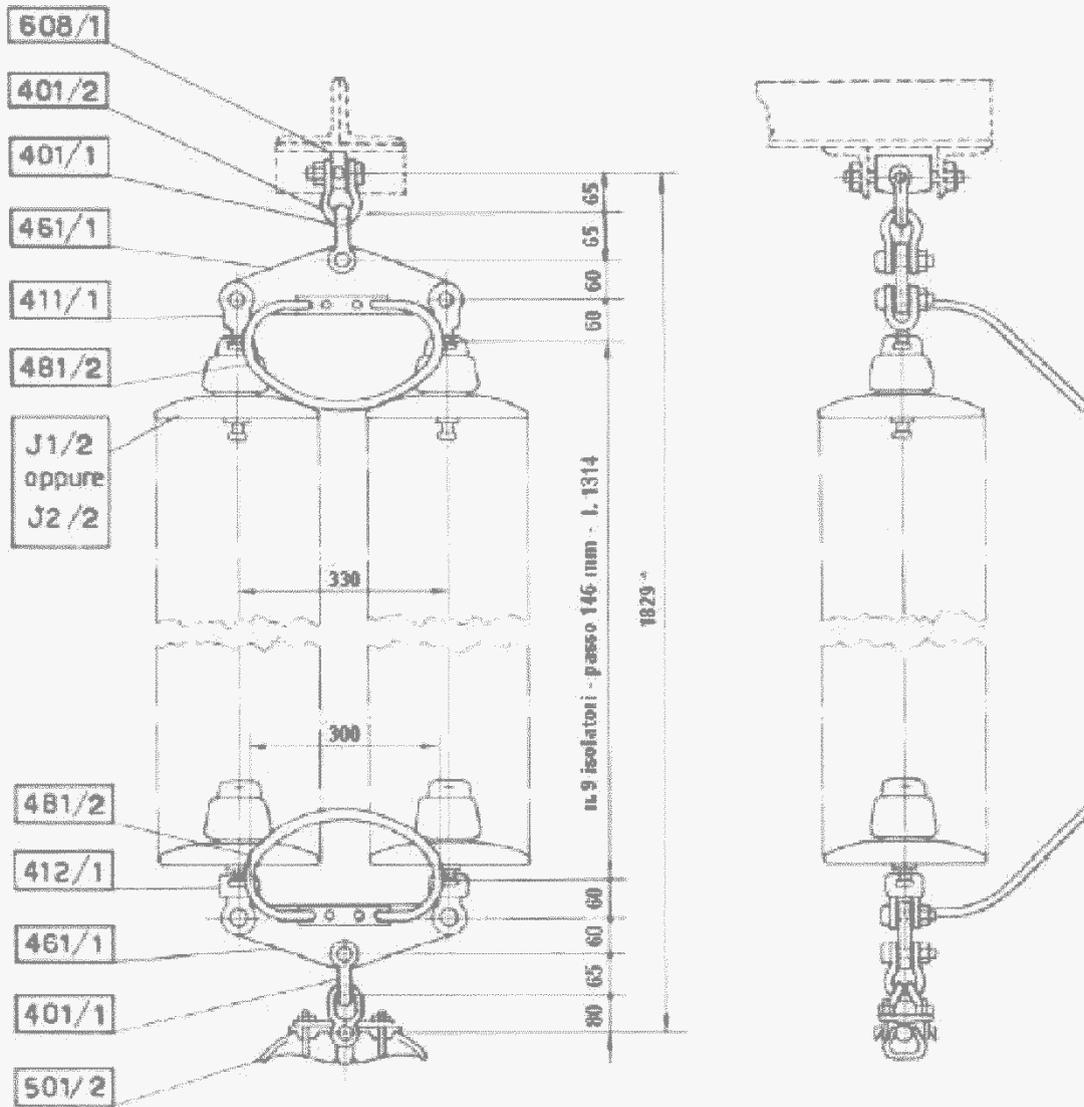
LINEE A 132 - 150 kV
CONDUTTORI ALL.-ACC. Ø31,5 - TIRO PIENO
ARMAMENTO PER SOSPENSIONE DOPPIA

Codifica:

LM22

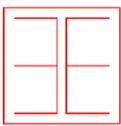
Rev. 00
del 29/06/2007

Pag. 1 di 1



* La quota aumenta di 594 mm nel caso di impiego di n°13 isolatori J2/2 (vedi J121)

Riferimento: C2



3E Ingegneria srl

POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV
"SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO"
CARATTERISTICHE COMPONENTI

Fred. Olsen Renewables

OGGETTO / SUBJECT

151.21.01.R.07

00

Apr. 2023

11/75

TAG

REV

DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER



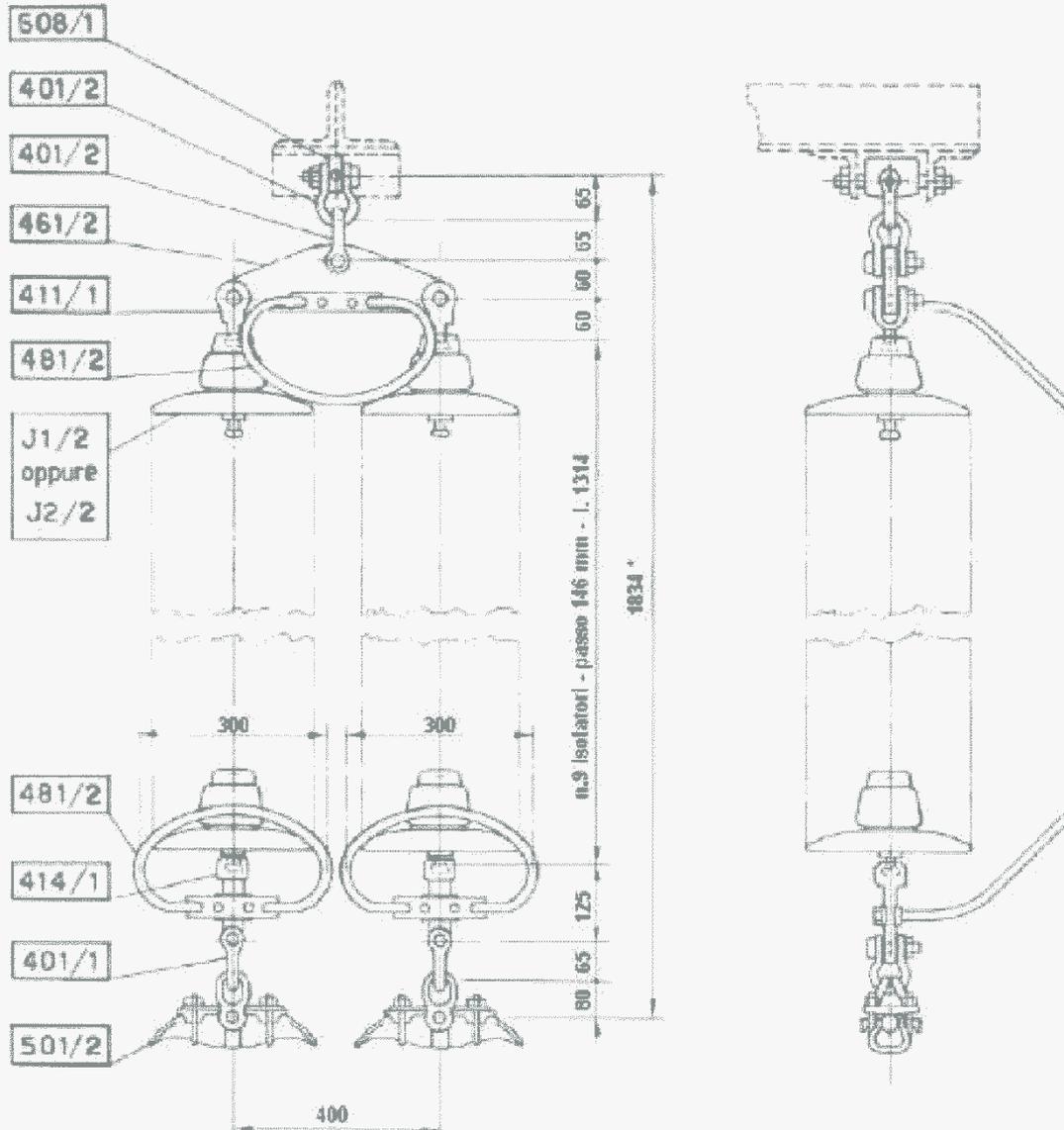
LINEE A 132 - 150 kV
CONDUTTORI ALL.-ACC. Ø31,5 - TIRO PIENO
ARMAMENTO PER SOSPENSIONE DOPPIA CON DOPPIO
MORSETTO

Codifica:

LM23

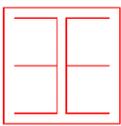
Rev. 00
dal 29/05/2007

Pag. 1 di 1



* La quota aumentata di 584 mm nel caso di impiego di n°13 isolatori J2/2 (vedi J121)

Riferimento: C2



3E Ingegneria srl

POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV
"SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO"
CARATTERISTICHE COMPONENTI

Fred. Olsen Renewables

OGGETTO / SUBJECT

151.21.01.R.07

00

Apr. 2023

12/75

TAG

REV

DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER



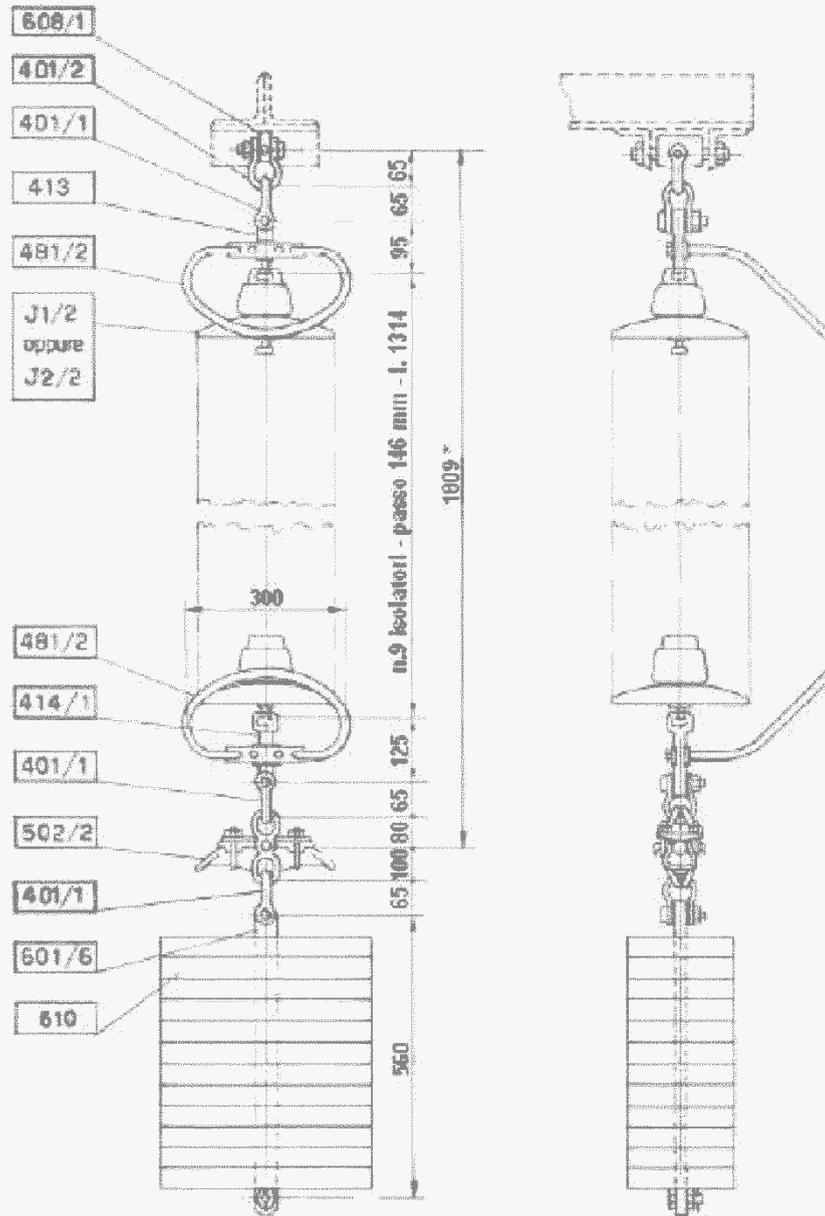
LINEE A 132 - 150 kV
CONDUTTORI ALL.-ACC. Ø31,5 - TIRO PIENO
ARMAMENTO PER SOSPENSIONE CON CONTRAPPESO

Codifica:

LM24

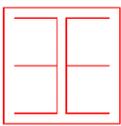
Rev. 00
del 29/05/2007

Pag. 1 di 1



* La quota aumenta di 584 mm nel caso di impiego di n°13 isolatori J2/2 (vedi J121)

Riferimento: C2



3E Ingegneria srl

POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV
"SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO"
CARATTERISTICHE COMPONENTI

Fred. Olsen Renewables

OGGETTO / SUBJECT

151.21.01.R.07

00

Apr. 2023

15/75

TAG

REV

DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER

UNIFICAZIONE

ENEL

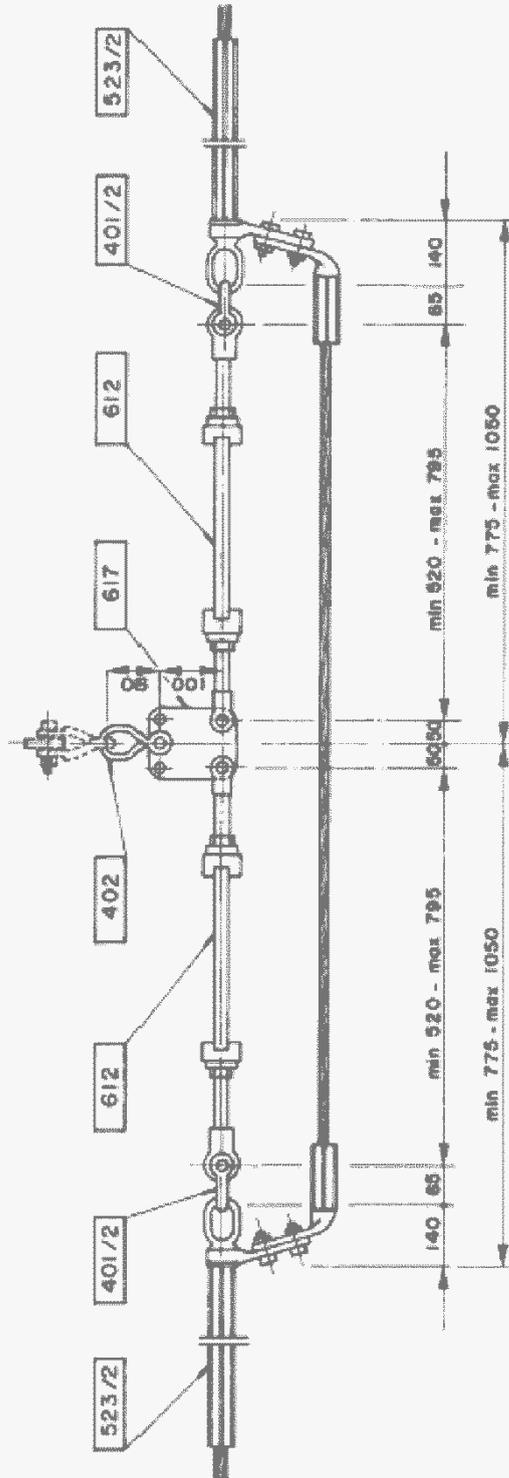
DISPOSITIVO PER AMARRO BILATERALE SINGOLO
PER EQUIPAGGIAMENTI DI SOSPENSIONE A "I"
CONDUTTORE IN ALL. - ACC. Ø 31,5

25 XX AQ

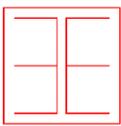
LM 133

Luglio 1994
Ed.3 - 1/1

DCO - ATC - UNITA' INGEGNERIA IMPIANTISTICA 2 - DDI - VICE DIREZIONE TECNICA



Riferimento: C2



3E Ingegneria srl

POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV
"SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO"
CARATTERISTICHE COMPONENTI

Fred. Olsen Renewables

OGGETTO / SUBJECT

151.21.01.R.07

00

Apr. 2023

16/75

TAG

REV

DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER

UNIFICAZIONE

ENEL

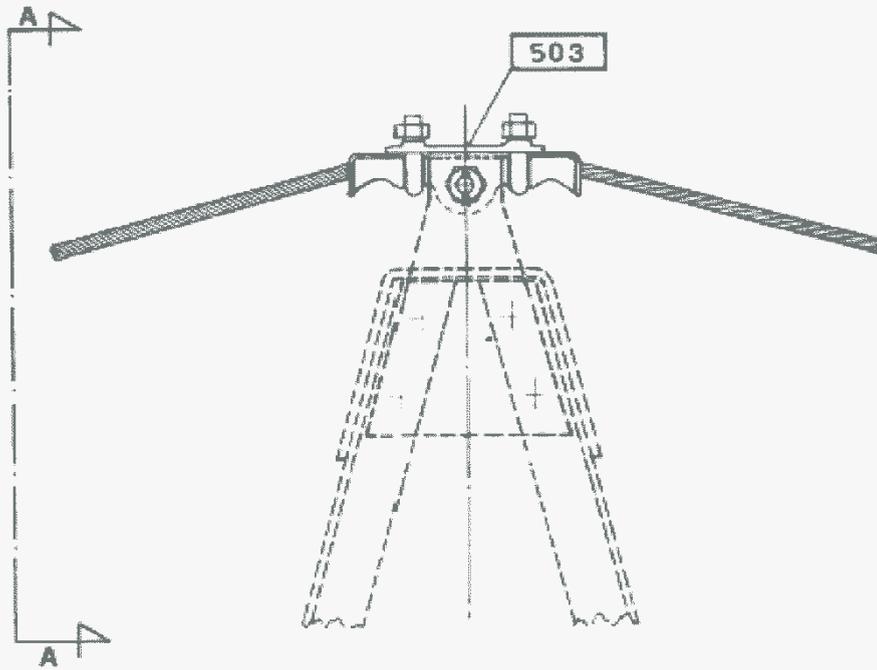
LINEE A 132 - 150 - 220 kV
ARMAMENTO PER SOSPENSIONE DELLA CORDA DI GUARDIA

25 XX BB

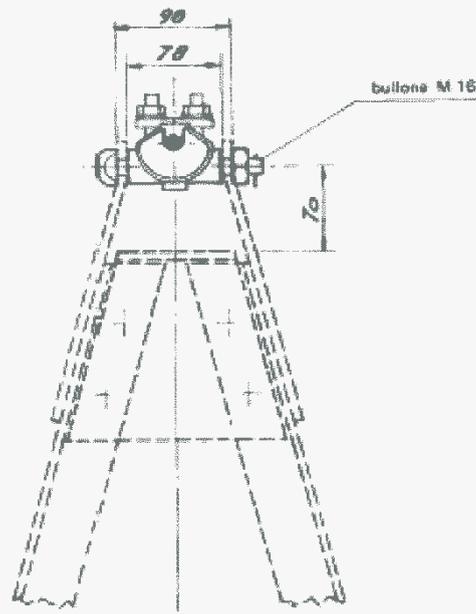
LM 201

Luglio 1994
Ed. 4 - 1/1

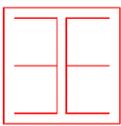
DCO - AITC - UNITA' INGEGNERIA IMPIANTISTICA 2 - DDI - VICE DIREZIONE TECNICA



VISTA A-A



Riferimenti: C21, C23, C51



3E Ingegneria srl

POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV
"SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO"
CARATTERISTICHE COMPONENTI

Fred. Olsen Renewables

OGGETTO / SUBJECT

151.21.01.R.07

00

Apr. 2023

17/75

TAG

REV

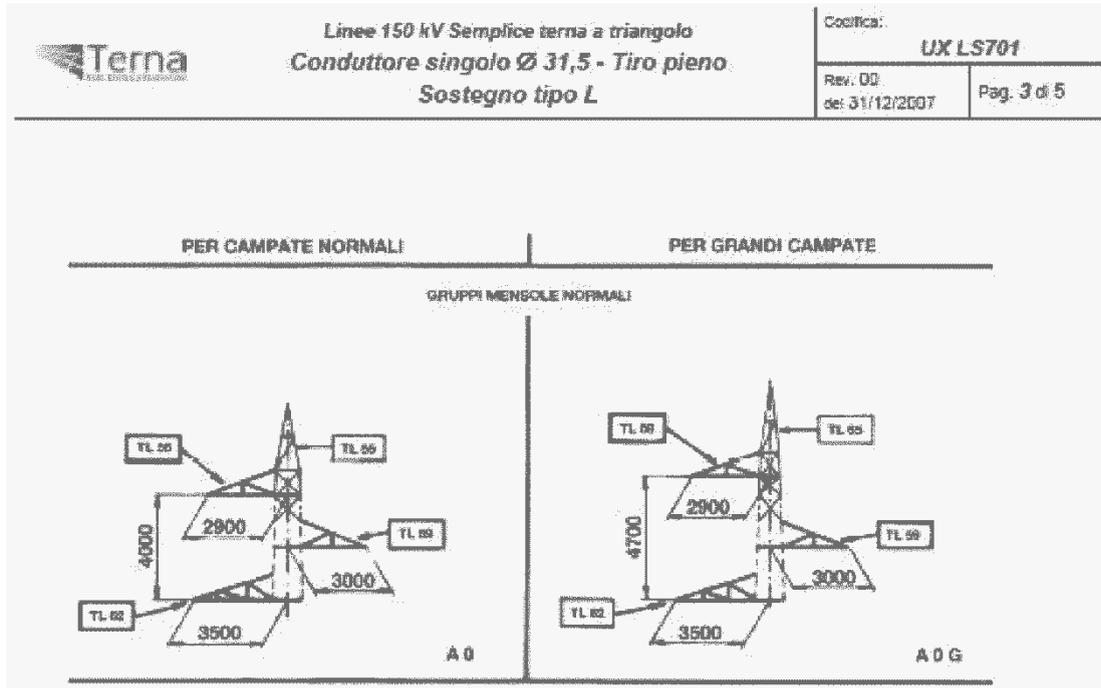
DATE

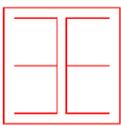
PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER

1.6 Schematici sostegni

1.6.1 Tipo L





3E Ingegneria srl

POTENZIAMENTO ELETTRORODOTTO 150 kV
"SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO"
CARATTERISTICHE COMPONENTI

Fred. Olsen Renewables

OGGETTO / SUBJECT

151.21.01.R.07

00

Apr. 2023

18/75

TAG

REV

DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER



Linee 150 kV Semplice terna a triangolo
Conduttore singolo Ø 31,5 - Tiro pieno
Sostegno tipo L

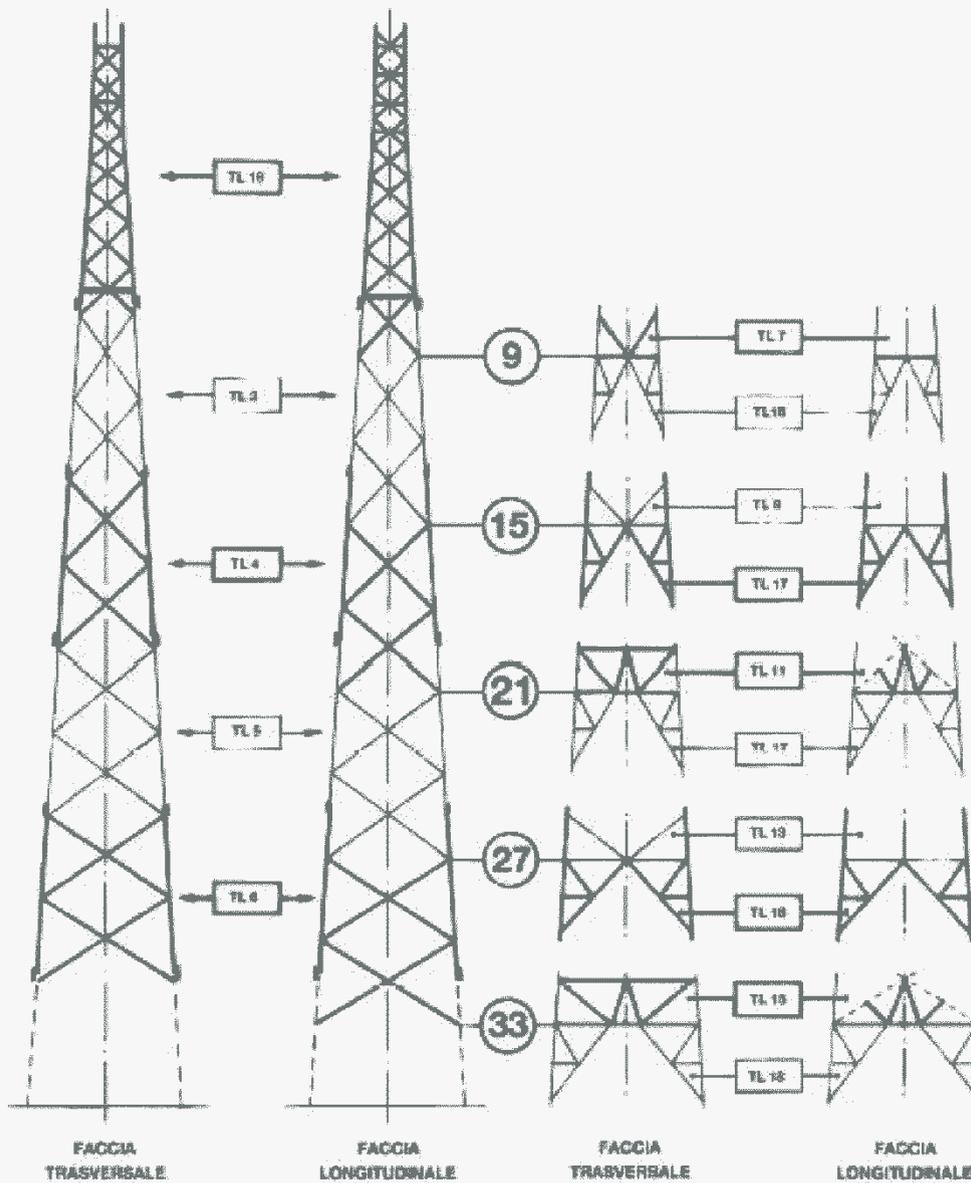
Codifica:

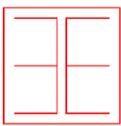
UX LS701

Rev. 03
del 31/12/2007

Pag. 4 di 5

SCHEMA SOSTEGNI CON ALTEZZE DISPARI





3E Ingegneria srl

POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV
"SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO"
CARATTERISTICHE COMPONENTI

Fred. Olsen Renewables

OGGETTO / SUBJECT

151.21.01.R.07

00

Apr. 2023

19/75

TAG

REV

DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER



Linee 150 kV Semplice terna a triangolo
Conduttore singolo Ø 31,5 - Tiro pieno
Sostegno tipo L

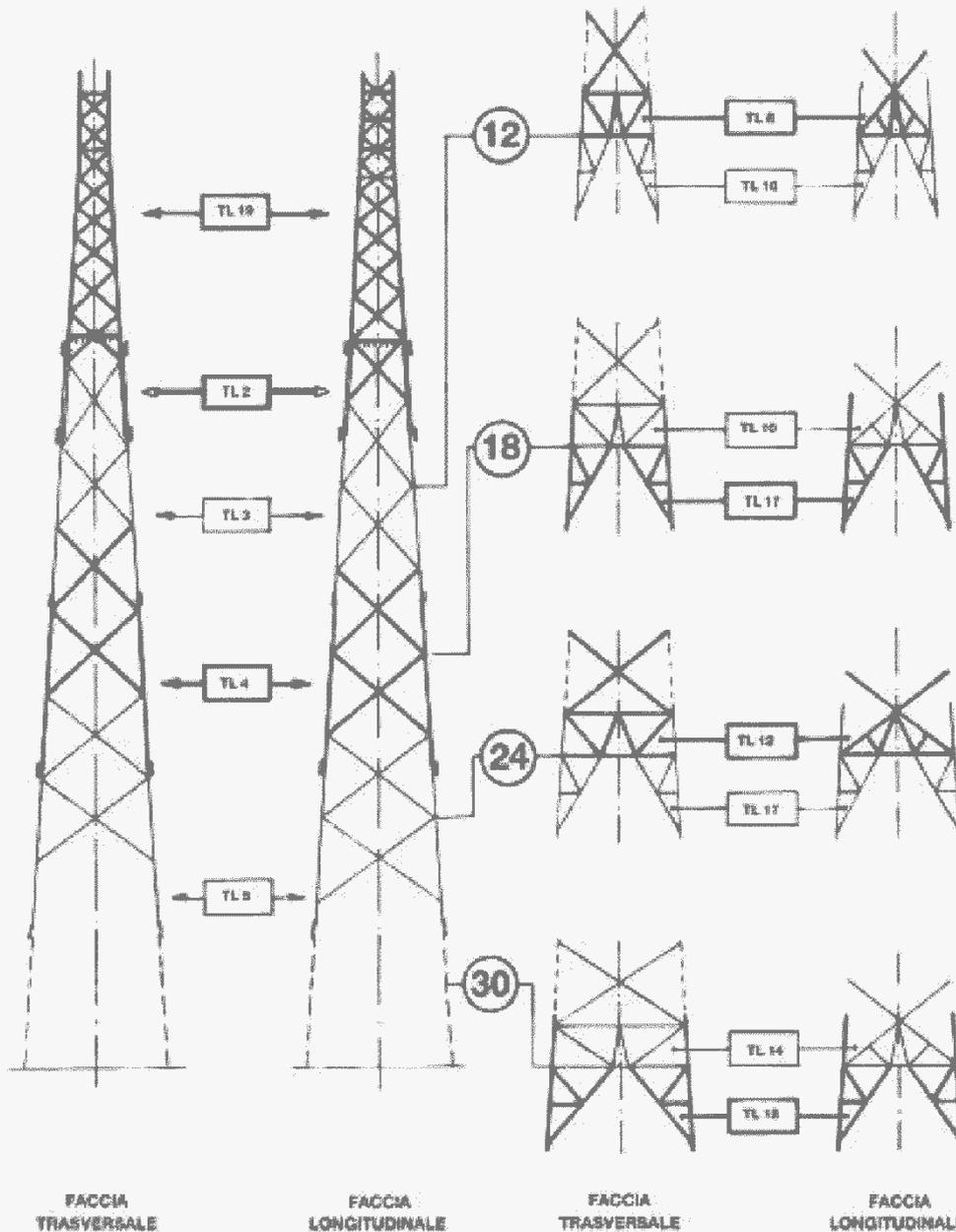
Codifica:

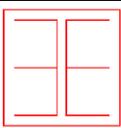
UX LS701

Rev. 00
del 31/12/2007

Pag. 5 di 5

SCHEMA SOSTEGNI CON ALTEZZE PARI





3E Ingegneria srl

POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV
"SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO"
CARATTERISTICHE COMPONENTI

Fred. Olsen Renewables

OGGETTO / SUBJECT

151.21.01.R.07

00

Apr. 2023

20/75

TAG

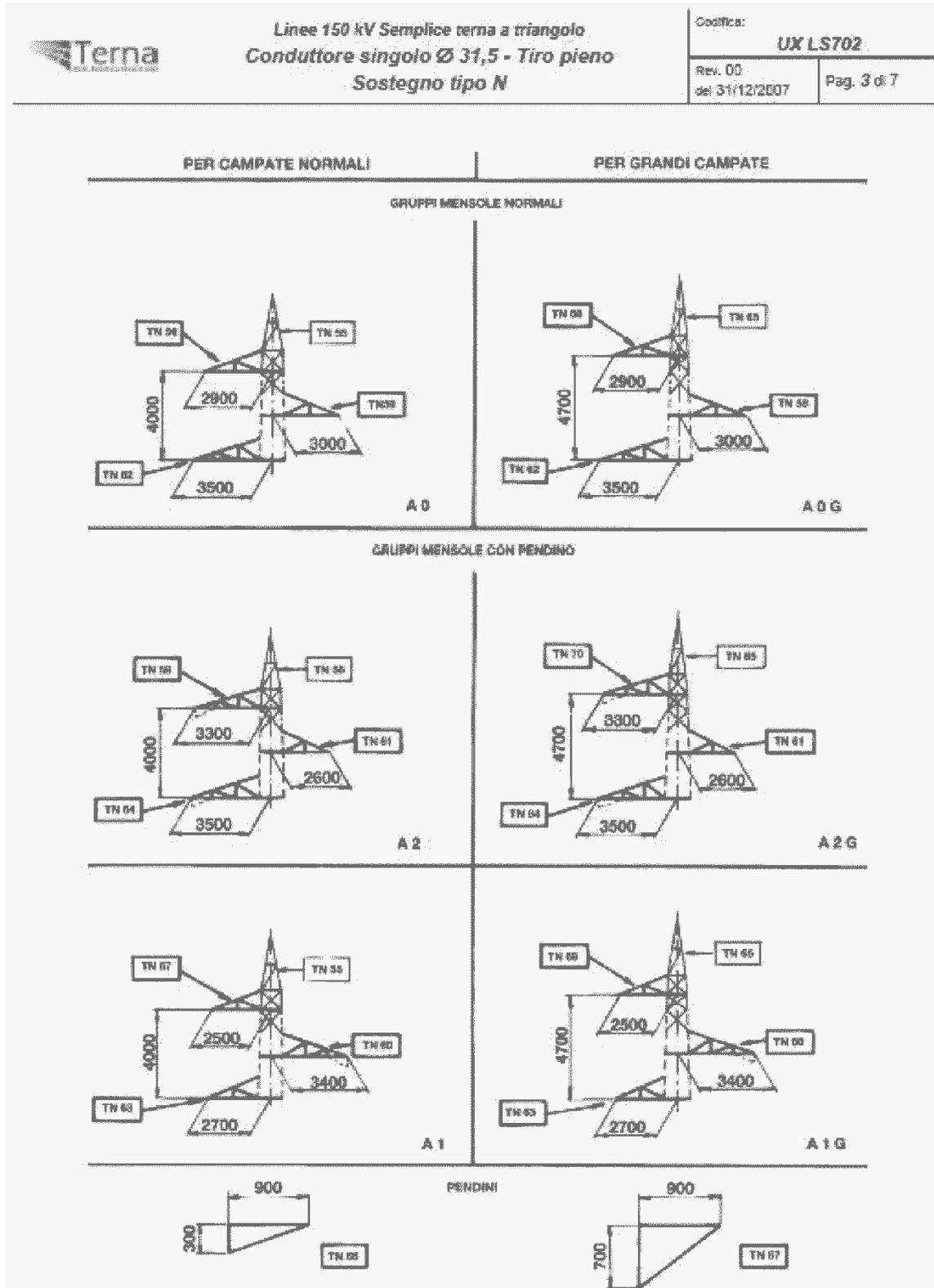
REV

DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER

1.6.2 Tipo N





3E Ingegneria srl

POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV
"SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO"
CARATTERISTICHE COMPONENTI

Fred. Olsen Renewables

OGGETTO / SUBJECT

151.21.01.R.07

00

Apr. 2023

21/75

TAG

REV

DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER



Linee 150 kV Semplice terna a triangolo
Conduttore singolo Ø 31,5 - Tiro pieno
Sostegno tipo N

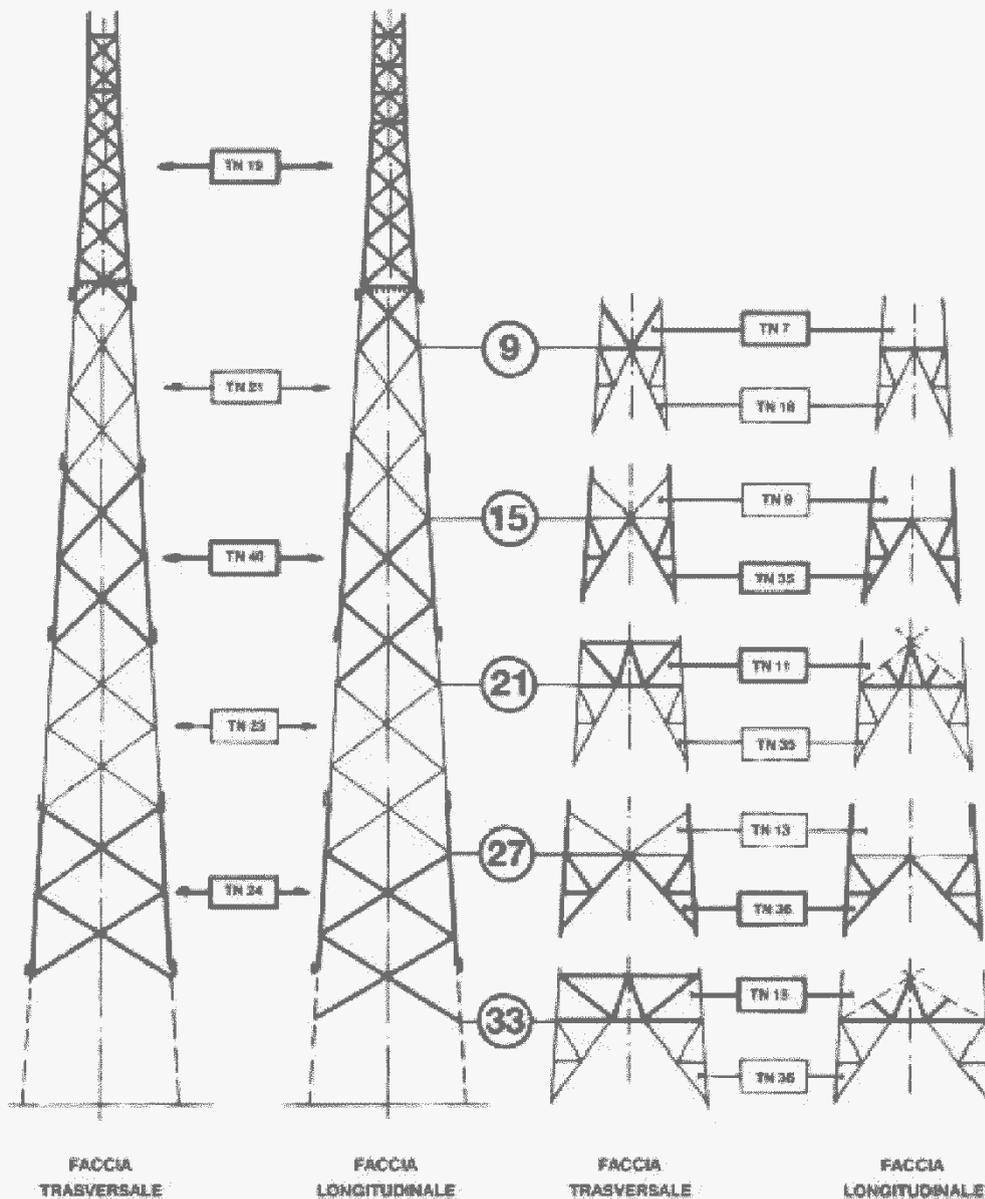
Codifica:

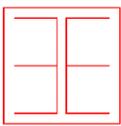
UX LS702

Rev. 03
del 31/12/2007

Pag. 4 di 7

SCHEMA SOSTEGNI CON ALTEZZE DISPARI





3E Ingegneria srl

POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV
"SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO"
CARATTERISTICHE COMPONENTI

Fred. Olsen Renewables

OGGETTO / SUBJECT

151.21.01.R.07

00

Apr. 2023

22/75

TAG

REV

DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER



Linee 150 kV Semplice terna a triangolo
Conduttore singolo Ø 31,5 - Tiro pieno
Sostegno tipo N

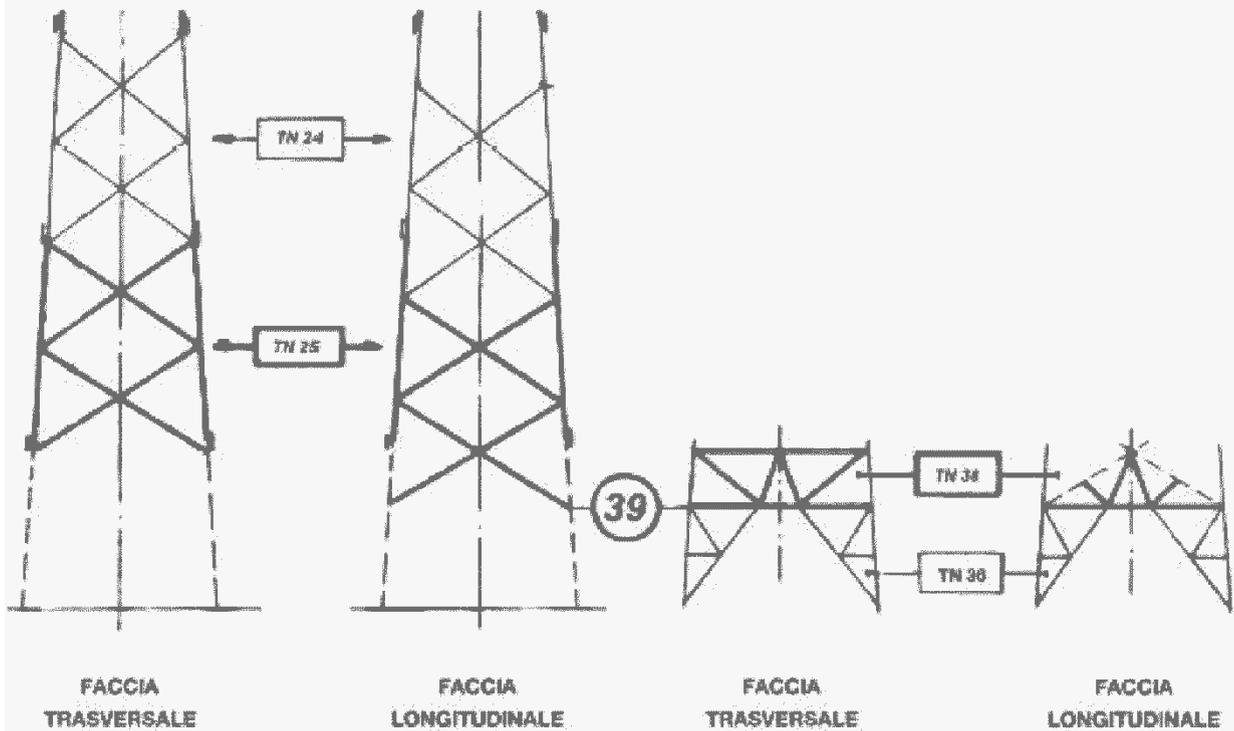
Codifica:

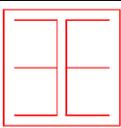
UX LS702

Rev. 00
del 31/12/2007

Pag. 5 di 7

SCHEMA SOSTEGNI CON ALTEZZE DISPARI





3E Ingegneria srl

POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV
"SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO"
CARATTERISTICHE COMPONENTI

Fred. Olsen Renewables

OGGETTO / SUBJECT

151.21.01.R.07

00

Apr. 2023

23/75

TAG

REV

DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER



Linee 150 kV Semplice terna a triangolo
Conduttore singolo Ø 31,5 - Tiro pieno
Sostegno tipo N

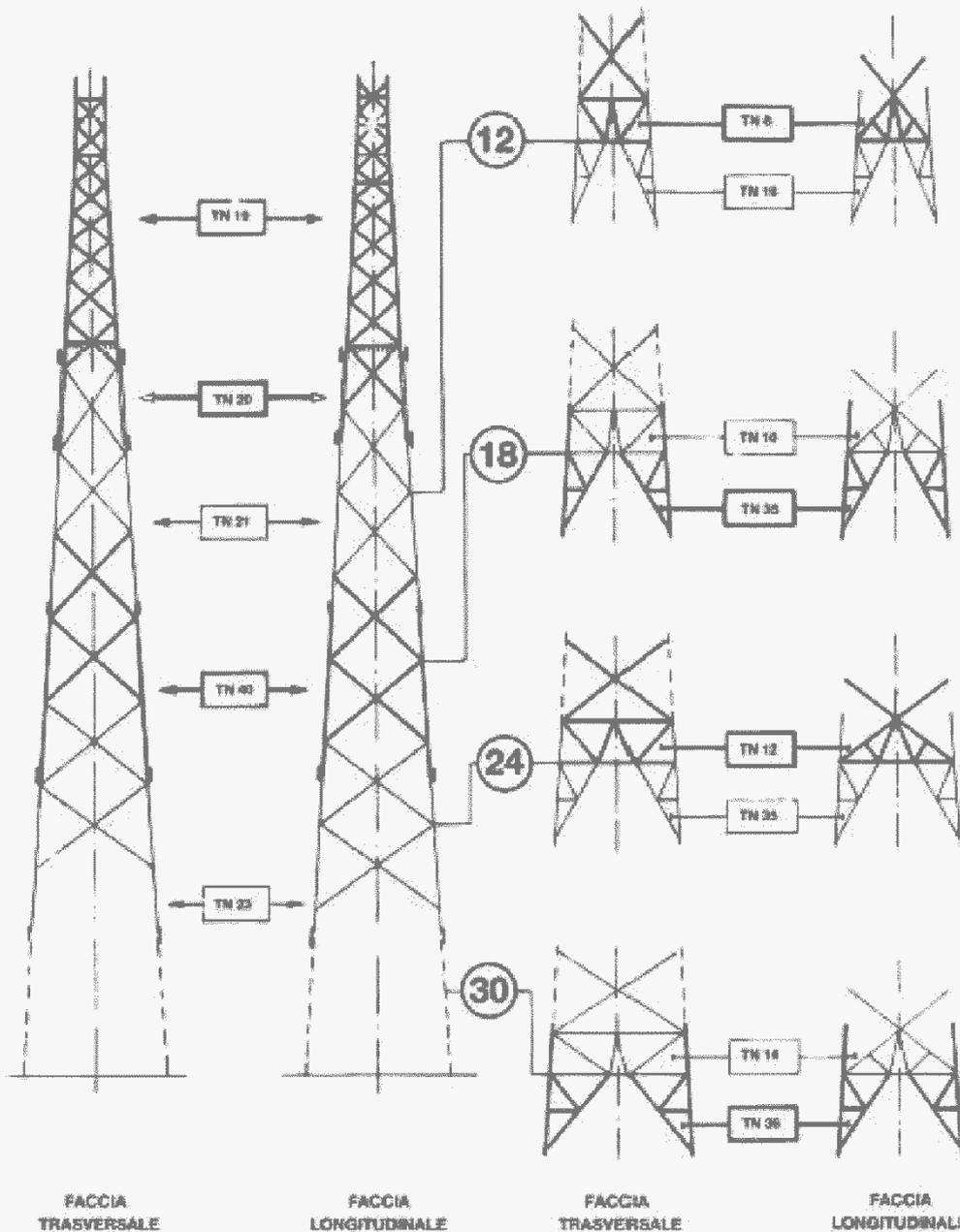
Codifica:

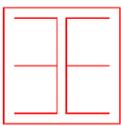
UX LS702

Rev. 03
del 31/12/2007

Pag. 6 di 7

SCHEMA SOSTEGNI CON ALTEZZE PARI





3E Ingegneria srl

POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV
"SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO"
CARATTERISTICHE COMPONENTI

Fred. Olsen Renewables

OGGETTO / SUBJECT

151.21.01.R.07

00

Apr. 2023

24/75

TAG

REV

DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER



Linee 150 kV Semplice terna a triangolo
Conduttore singolo Ø 31,5 - Tiro pieno
Sostegno tipo N

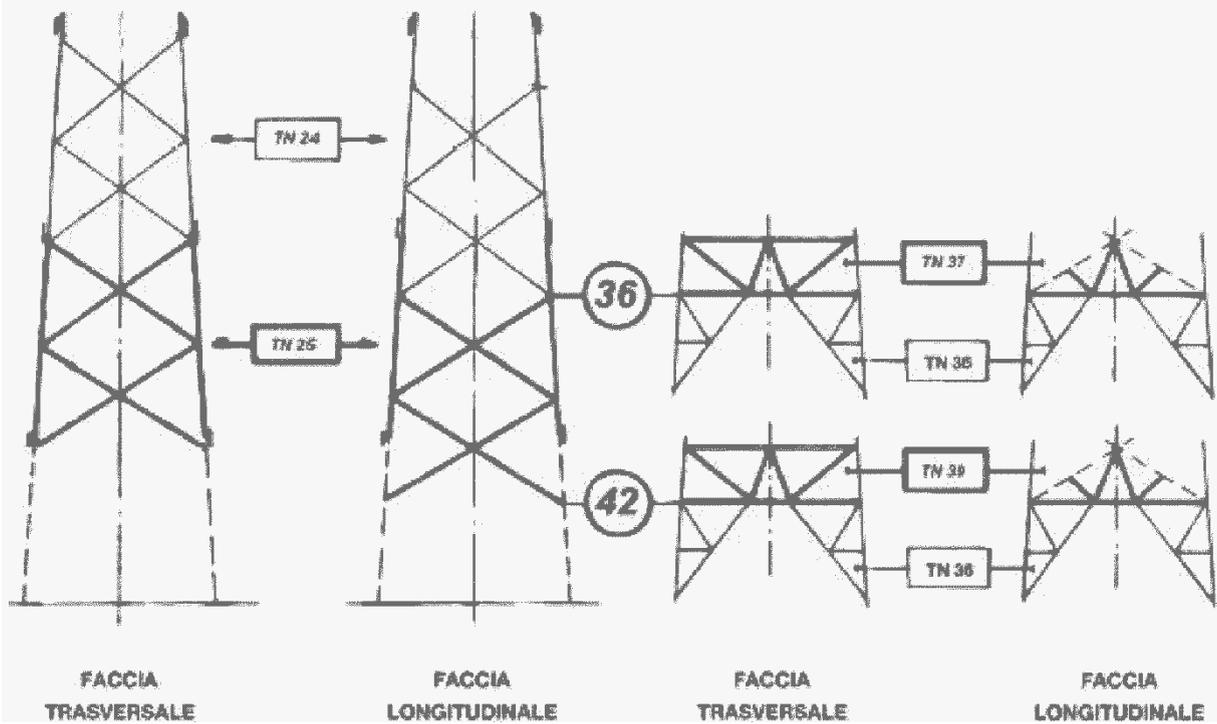
Codifica:

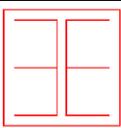
UX LS702

Rev. 03
del 31/12/2007

Pag. 7 di 7

SCHEMA SOSTEGNI CON ALTEZZE PARI





3E Ingegneria srl

POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV
"SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO"
CARATTERISTICHE COMPONENTI

Fred. Olsen Renewables

OGGETTO / SUBJECT

151.21.01.R.07

00

Apr. 2023

25/75

TAG

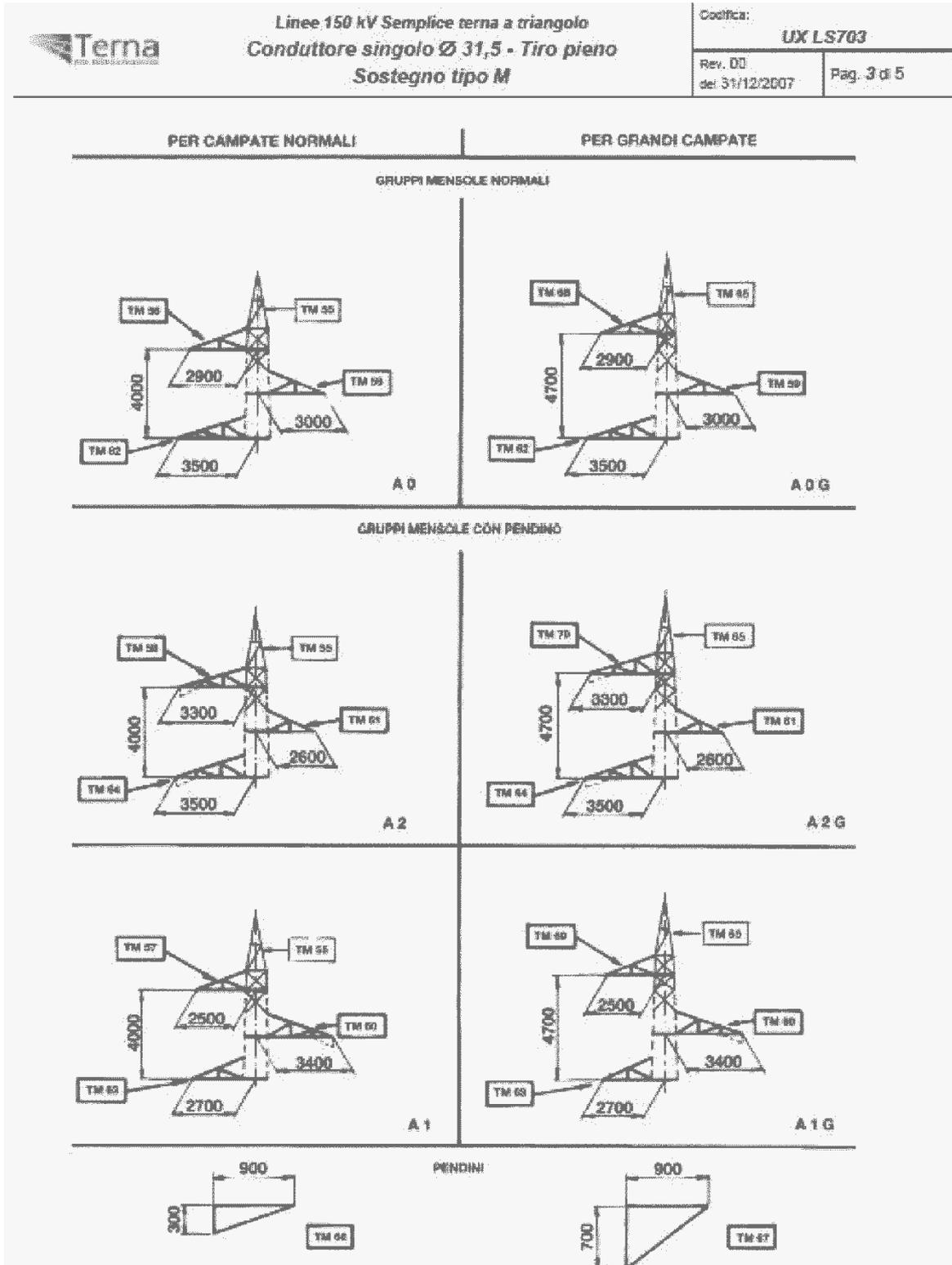
REV

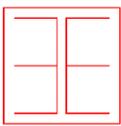
DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER

1.6.3 Tipo M





3E Ingegneria srl

POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV
"SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO"
CARATTERISTICHE COMPONENTI

Fred. Olsen Renewables

OGGETTO / SUBJECT

151.21.01.R.07

00

Apr. 2023

26/75

TAG

REV

DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER



Linee 150 kV Semplice terna a triangolo
Conduttore singolo Ø 31,5 - Tiro pieno
Sostegno tipo M

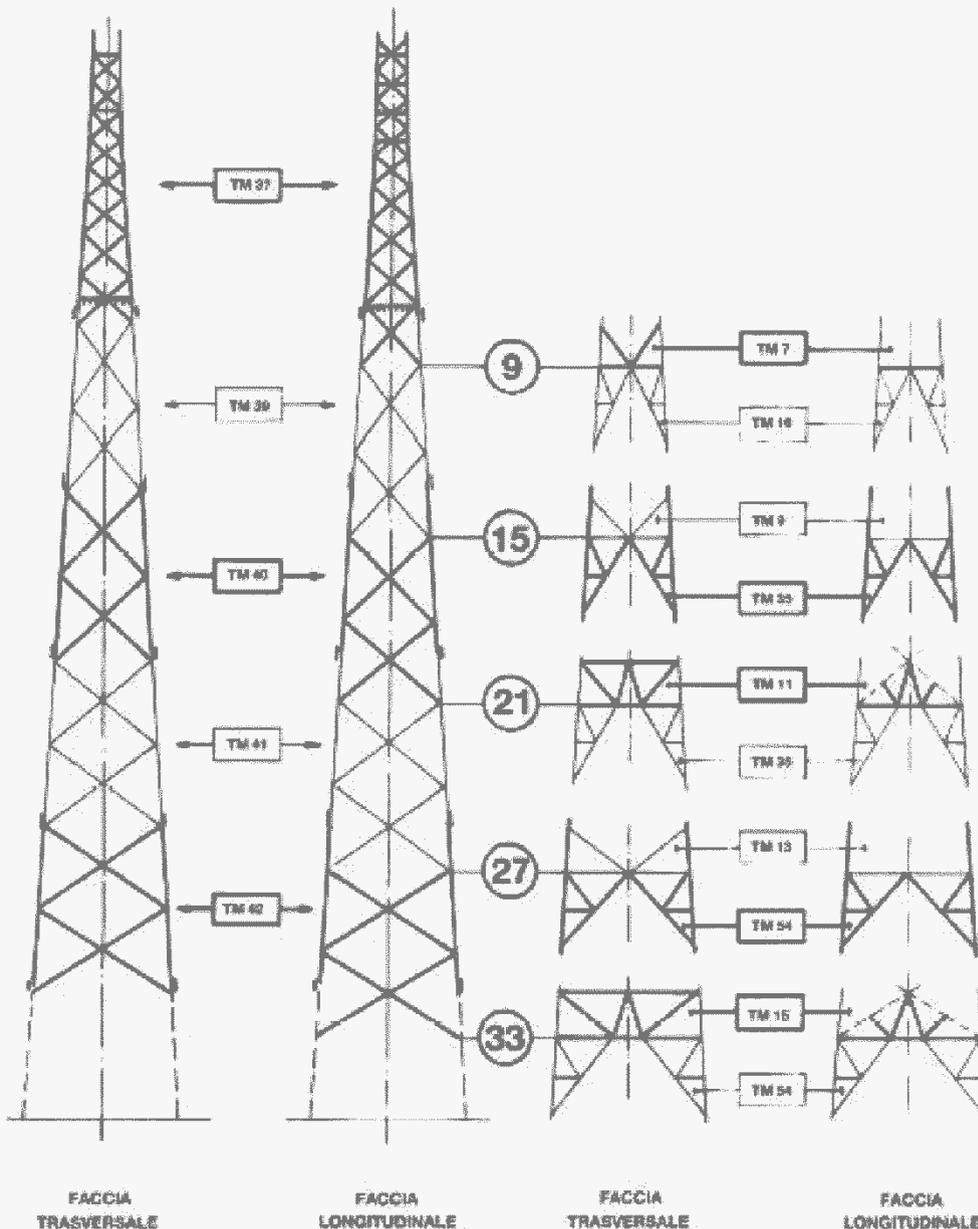
Codifica:

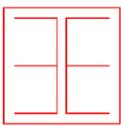
UX LS703

Rev. 00
del 31/12/2007

Pag. 4 di 5

SCHEMA SOSTEGNI CON ALTEZZE DISPARI





3E Ingegneria srl

POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV
"SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO"
CARATTERISTICHE COMPONENTI

Fred. Olsen Renewables

OGGETTO / SUBJECT

151.21.01.R.07

00

Apr. 2023

27/75

TAG

REV

DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER



Linee 150 kV Semplice tema a triangolo
Conduttore singolo $\varnothing 31,5$ - Tiro pieno
Sostegno tipo M

Codifica:

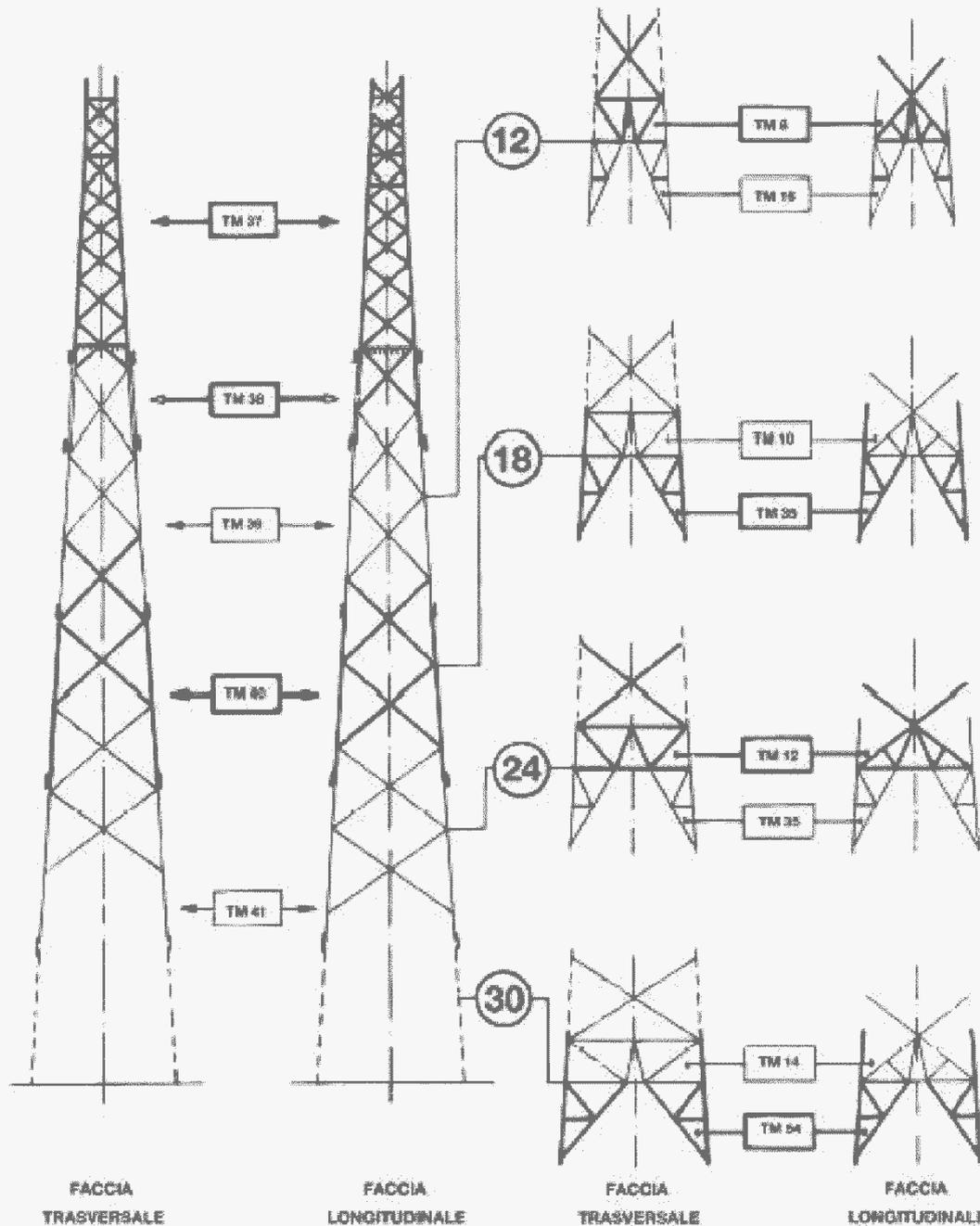
UX LS703

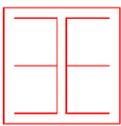
Rev. 00

del 31/12/2007

Pag. 5 di 5

SCHEMA SOSTEGNI CON ALTEZZE PARI





3E Ingegneria srl

POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV
"SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO"
CARATTERISTICHE COMPONENTI

Fred. Olsen Renewables

OGGETTO / SUBJECT

151.21.01.R.07

00

Apr. 2023

28/75

TAG

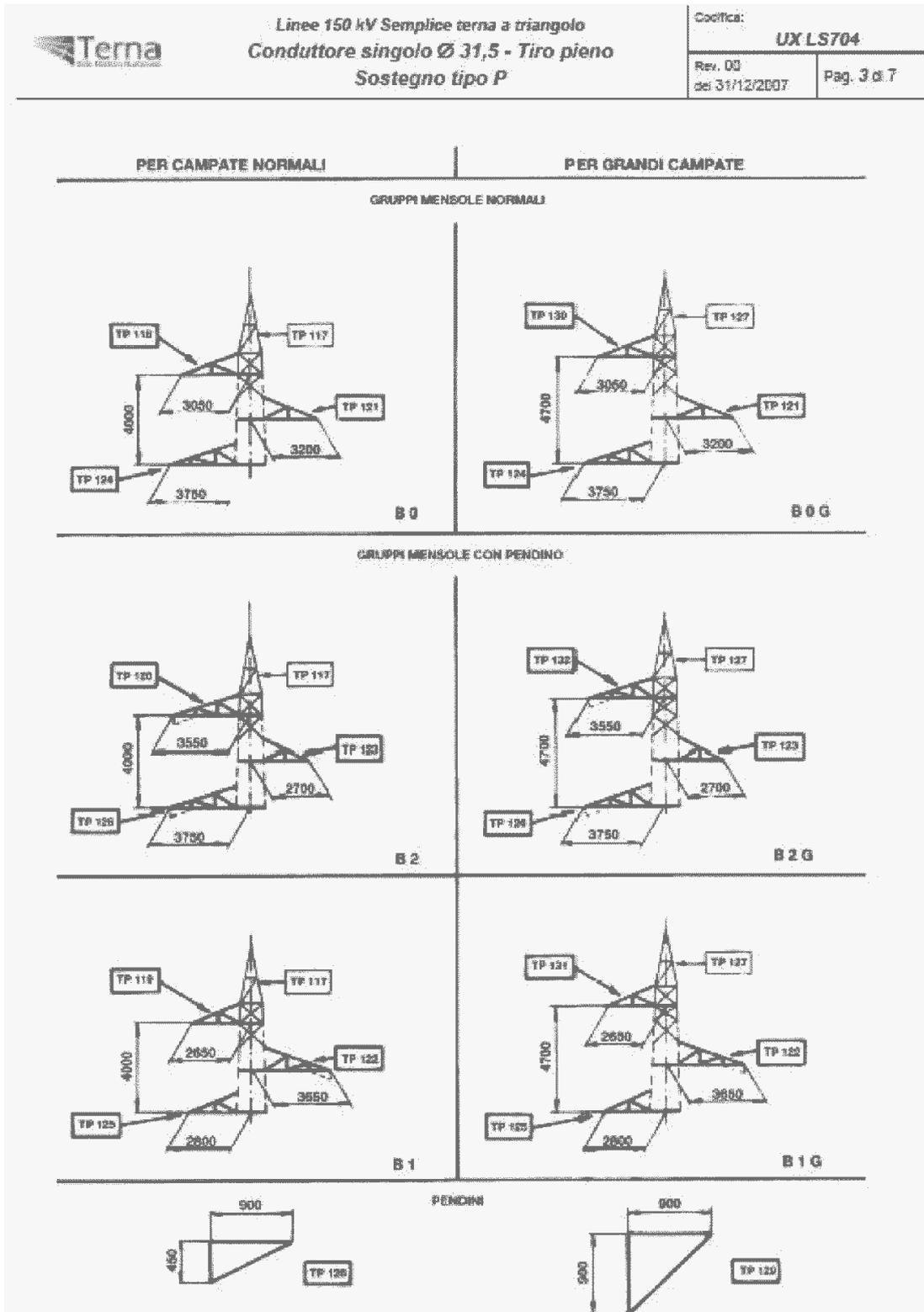
REV

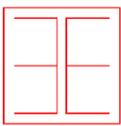
DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER

1.6.4 Tipo P





3E Ingegneria srl

POTENZIAMENTO ELETTRORODOTTO 150 kV
"SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO"
CARATTERISTICHE COMPONENTI

Fred. Olsen Renewables

OGGETTO / SUBJECT

151.21.01.R.07

00

Apr. 2023

29/75

TAG

REV

DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER



Linee 150 kV Semplice terna a triangolo
Conduttore singolo Ø 31,5 - Tiro pieno
Sostegno tipo P

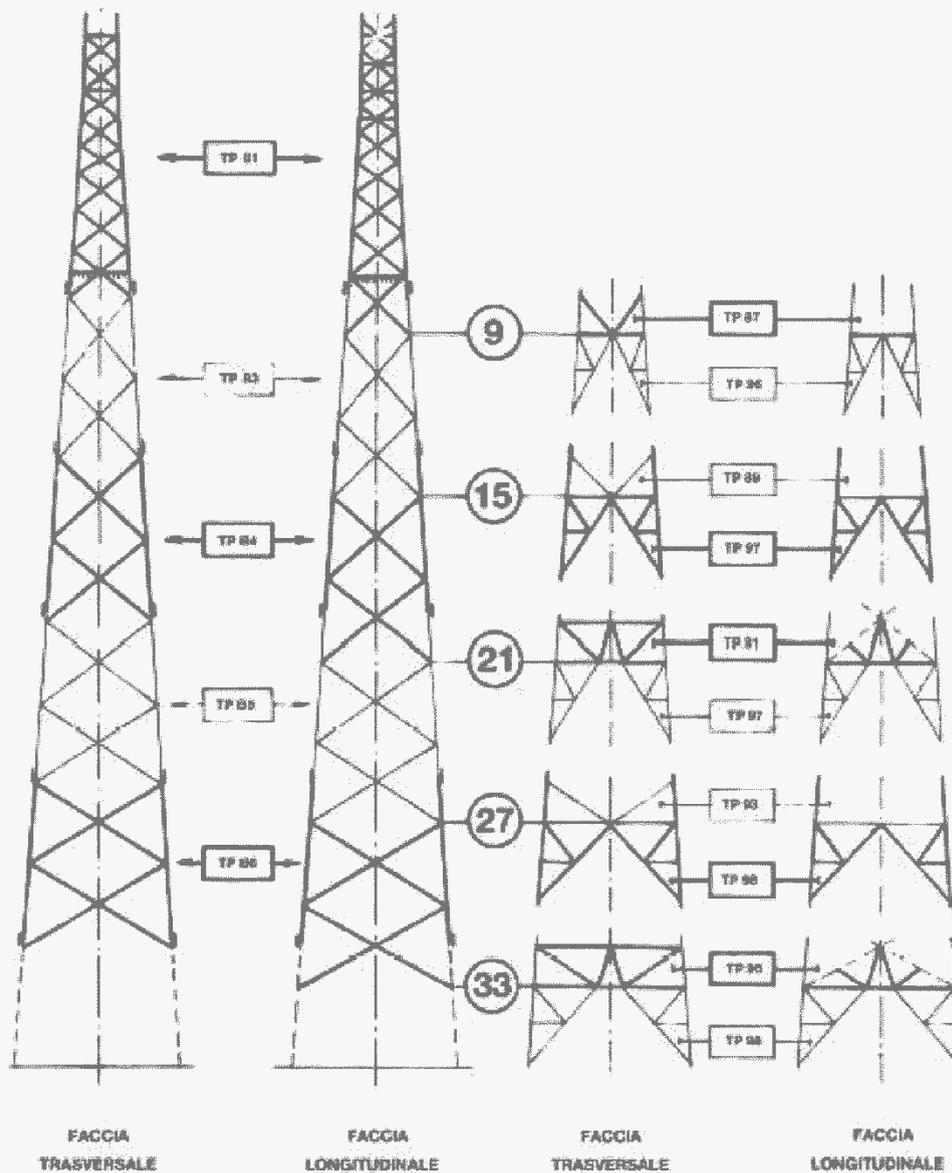
Codifica:

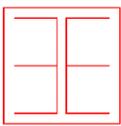
UX L5704

Rev. 00
del 31/12/2007

Pag. 4 di 7

SCHEMA SOSTEGNI CON ALTEZZE DISPARI





3E Ingegneria srl

POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV
"SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO"
CARATTERISTICHE COMPONENTI

Fred. Olsen Renewables

OGGETTO / SUBJECT

151.21.01.R.07

00

Apr. 2023

30/75

TAG

REV

DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER



Linee 150 kV Semplice terna a triangolo
Conduttore singolo Ø 31,5 - Tiro pieno
Sostegno tipo P

Codifica:

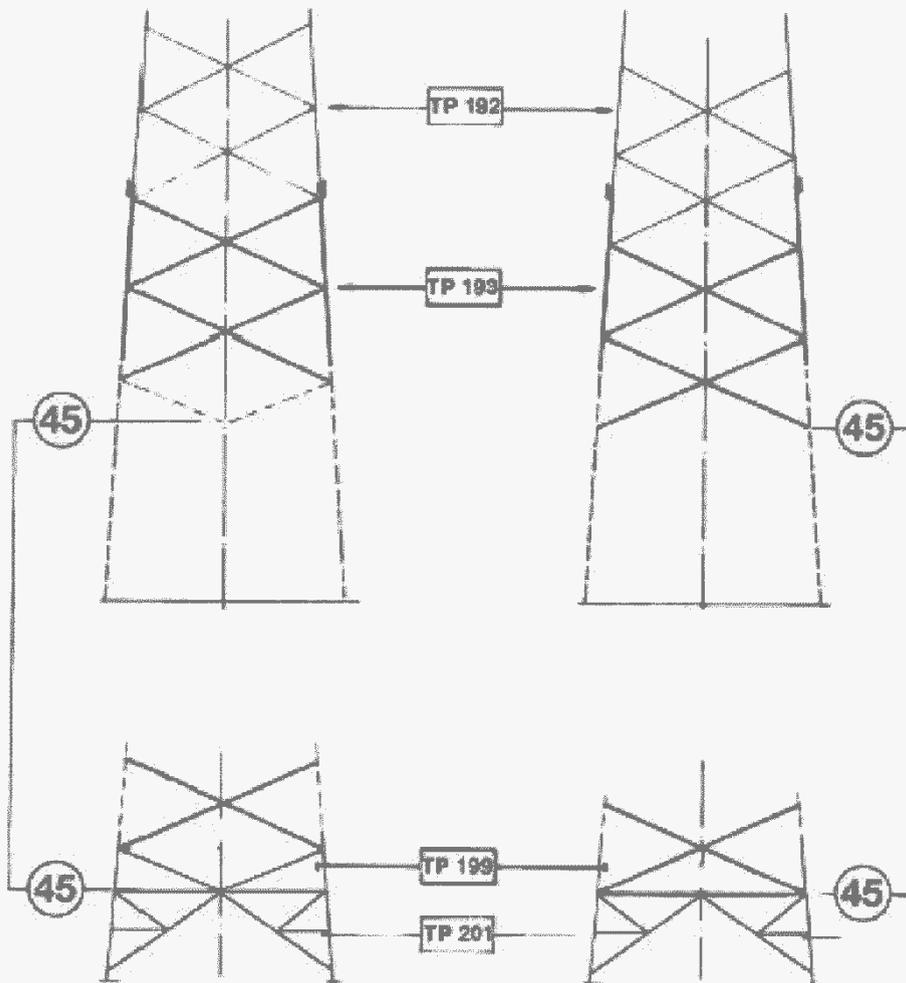
UX LS704

Rev. 00

del 31/12/2007

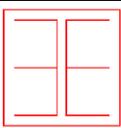
Pag. 5 di 7

SCHEMA SOSTEGNI CON ALTEZZE ECCEZIONALI DISPARI



FACCIA
TRASVERSALE

FACCIA
LONGITUDINALE



3E Ingegneria srl

POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV
"SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO"
CARATTERISTICHE COMPONENTI

Fred. Olsen Renewables

OGGETTO / SUBJECT

151.21.01.R.07

00

Apr. 2023

31/75

TAG

REV

DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER



Linee 150 kV Semplice tema a triangolo
Conduttore singolo Ø 31,5 - Tiro pieno
Sostegno tipo P

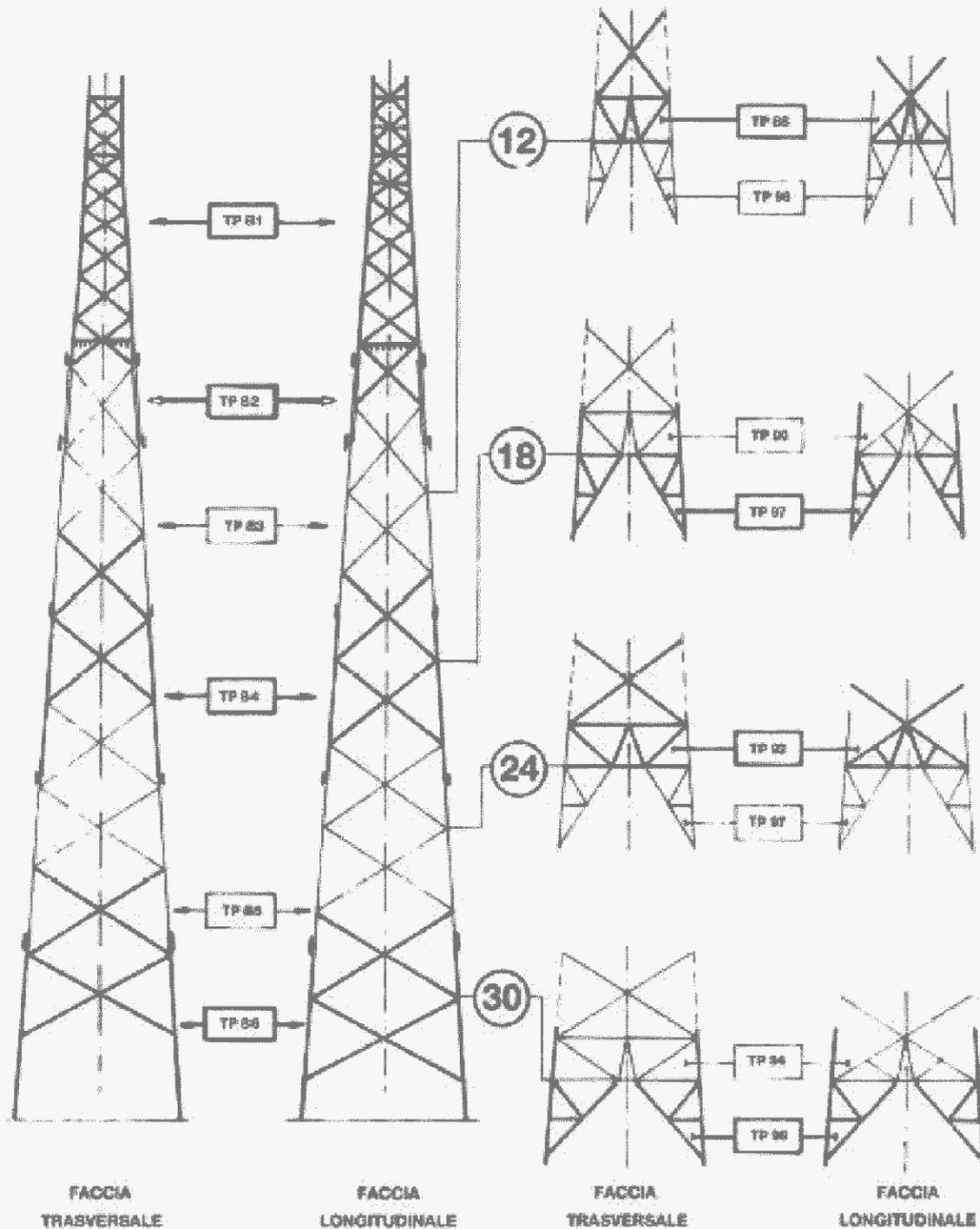
Codifica:

LUXLS704

Rev. 00
del 31/12/2007

Pag. 6 di 7

SCHEMA SOSTEGNI CON ALTEZZE PARI





3E Ingegneria srl

POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV
"SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO"
CARATTERISTICHE COMPONENTI

Fred. Olsen Renewables

OGGETTO / SUBJECT

151.21.01.R.07

00

Apr. 2023

32/75

TAG

REV

DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER



Linee 150 kV Semplice terna a triangolo
Conduttore singolo Ø 31,5 - Tiro pieno
Sostegno tipo P

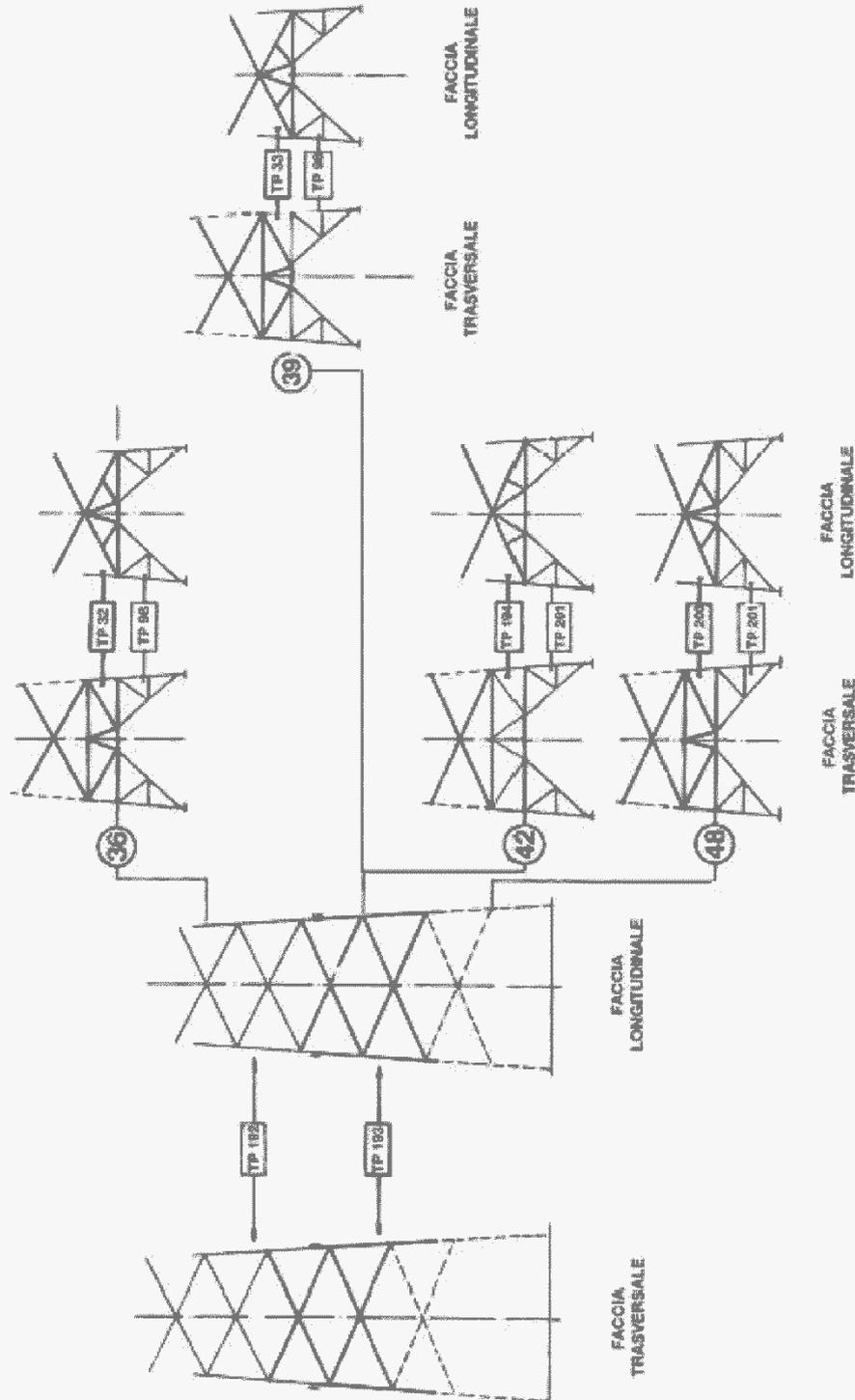
Codifica:

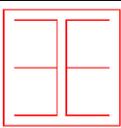
UX LS704

Rev. 00
del 31/12/2007

Pag. 7 di 7

SCHEMA SOSTEGNI CON ALTEZZE ECCEZIONALI PARI





3E Ingegneria srl

POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV
"SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO"
CARATTERISTICHE COMPONENTI

Fred. Olsen Renewables

OGGETTO / SUBJECT

151.21.01.R.07

00

Apr. 2023

33/75

TAG

REV

DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER

1.6.5 Tipo V



Linee 150 kV Semplice zerna a triangolo
Conduttore singolo Ø 31,5 - Tiro pieno
Sostegno tipo V

Codifica:

UX LS705

Rev. 00

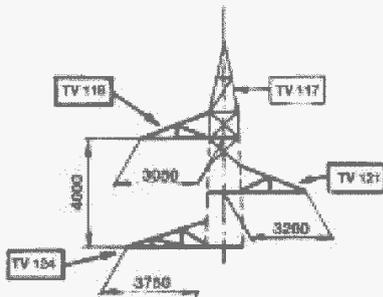
del 31/12/2007

Pag. 3 di 7

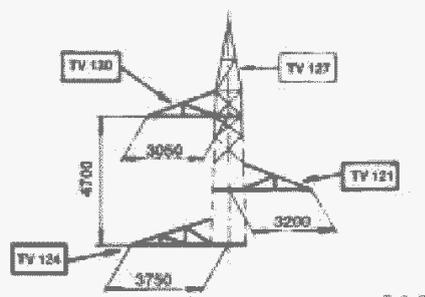
PER CAMPATE NORMALI

PER GRANDI CAMPATE

GRUPPI MENSOLE NORMALI

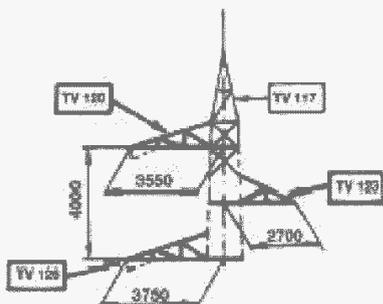


B 0

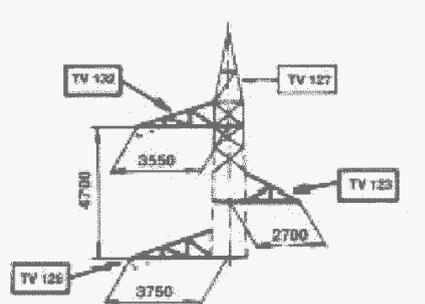


B 0 G

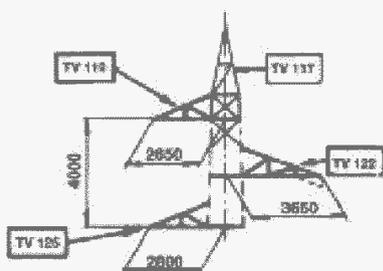
GRUPPI MENSOLE CON PENDIO



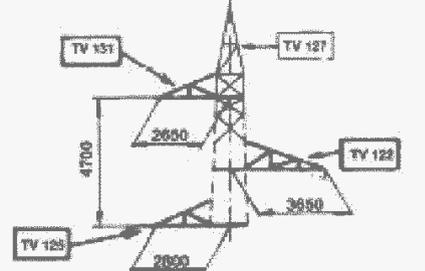
B 2



B 2 G



B 1

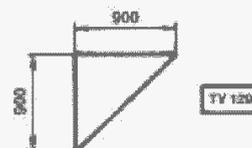


B 1 G

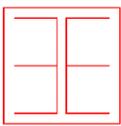
PENDIO



TV 130



TV 120



3E Ingegneria srl

POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV
"SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO"
CARATTERISTICHE COMPONENTI

Fred. Olsen Renewables

OGGETTO / SUBJECT

151.21.01.R.07

00

Apr. 2023

34/75

TAG

REV

DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER



Linee 150 kV Semplice terna a triangolo
Conduttore singolo Ø 31,5 - Tiro pieno
Sostegno tipo V

Codifica:

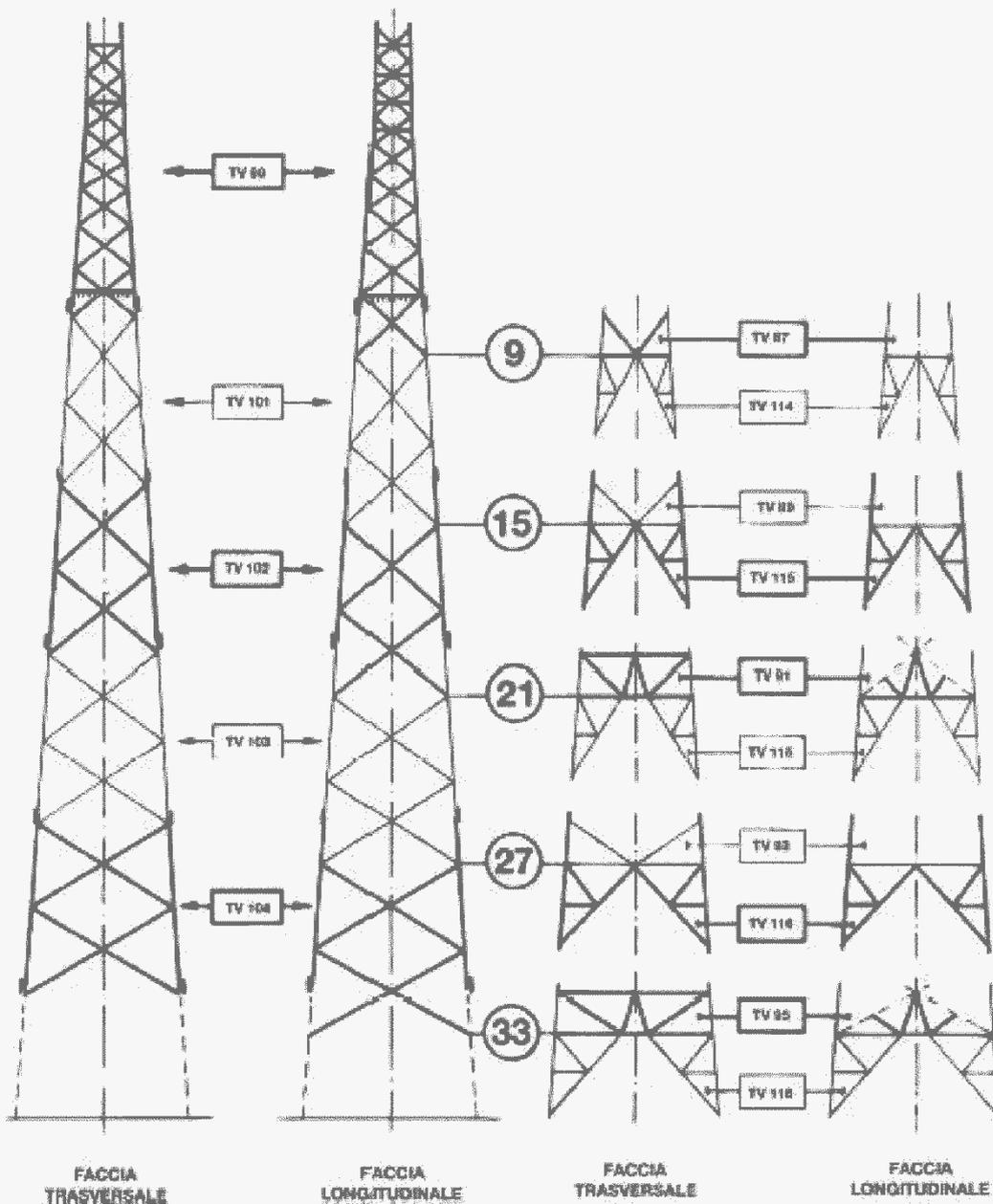
UX LS705

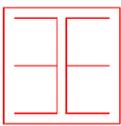
Rev. 00

del 31/12/2007

Pag. 4 di 7

SCHEMA SOSTEGNI CON ALTEZZE DISPARI





3E Ingegneria srl

POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV
"SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO"
CARATTERISTICHE COMPONENTI

 Fred. Olsen Renewables

OGGETTO / SUBJECT

151.21.01.R.07

00

Apr. 2023

35/75

TAG

REV

DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER



Linee 150 kV Semplice terna a triangolo
Conduttore singolo Ø 31,5 - Tiro pieno
Sostegno tipo V

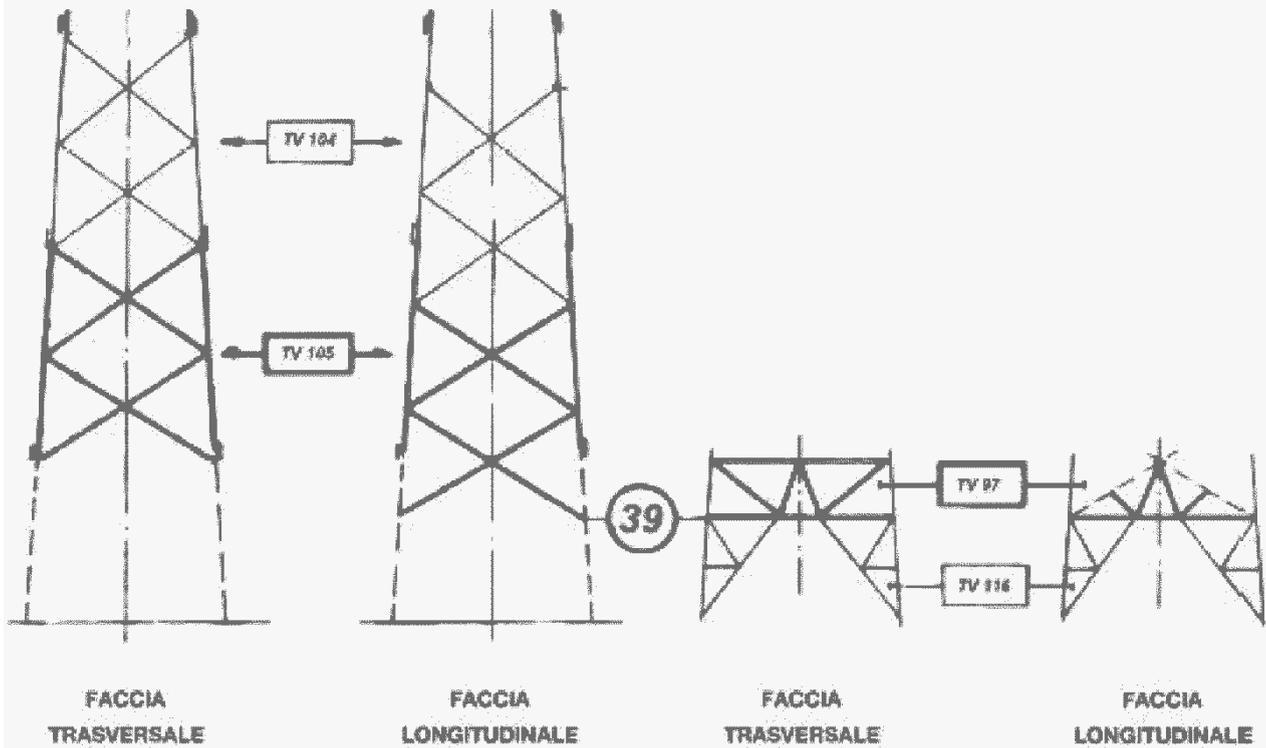
Codifica:

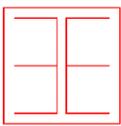
UX LS705

Rev. 03
del 31/12/2007

Pag. 5 di 7

SCHEMA SOSTEGNI CON ALTEZZE DISPARI





3E Ingegneria srl

POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV
"SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO"
CARATTERISTICHE COMPONENTI

Fred. Olsen Renewables

OGGETTO / SUBJECT

151.21.01.R.07

00

Apr. 2023

36/75

TAG

REV

DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER



Linee 150 kV Semplice terna a triangolo
Conduttore singolo \varnothing 31,5 - Tiro pieno
Sostegno tipo V

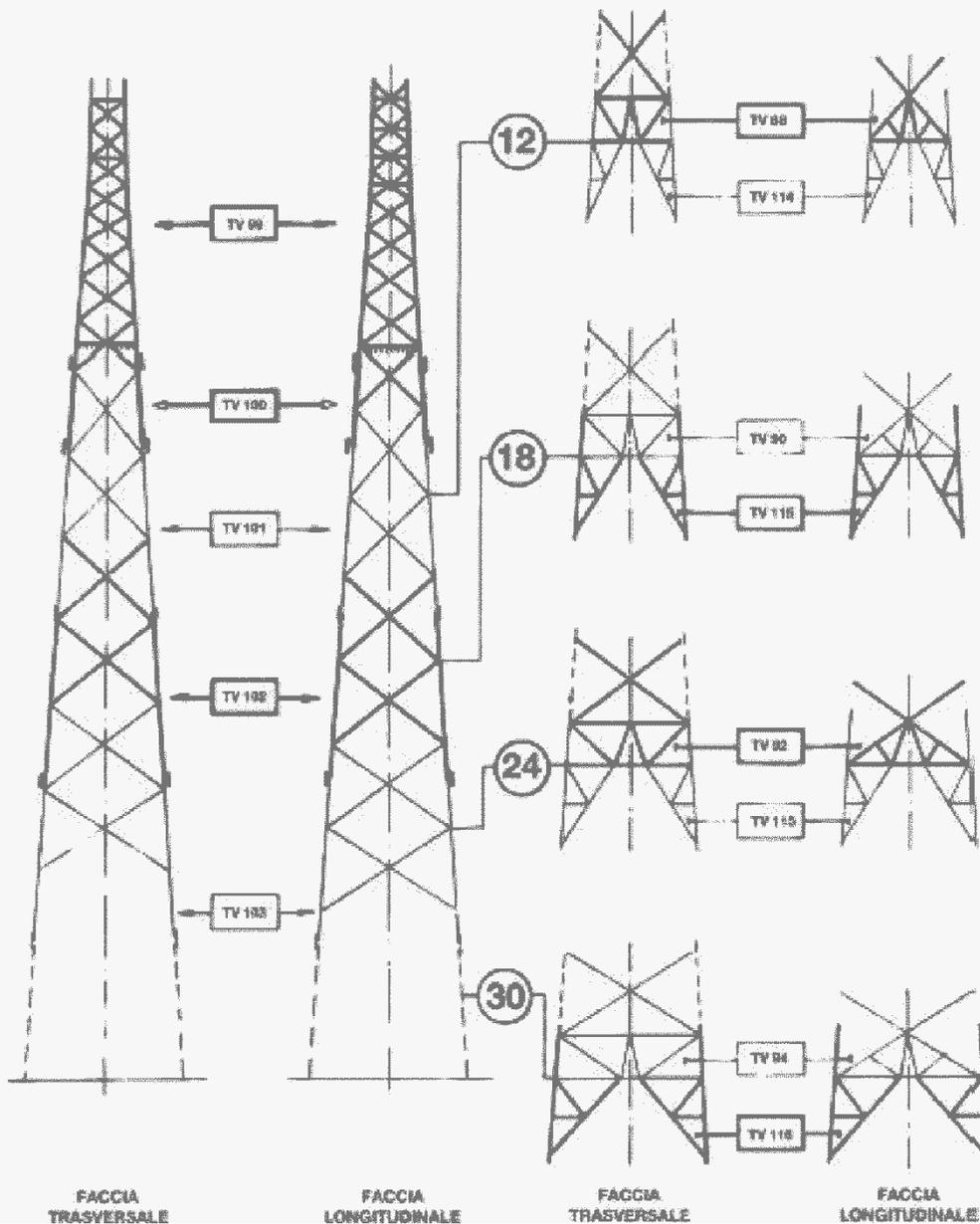
Codifica:

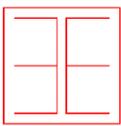
UX LS705

Rev. 00
del 31/12/2007

Pag. 6 di 7

SCHEMA SOSTEGNI CON ALTEZZE PARI





3E Ingegneria srl

POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV
"SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO"
CARATTERISTICHE COMPONENTI

Fred. Olsen Renewables

OGGETTO / SUBJECT

151.21.01.R.07

00

Apr. 2023

37/75

TAG

REV

DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER



Linee 150 kV Semplice terna a triangolo
Conduttore singolo Ø 31,5 - Tiro pieno
Sostegno tipo V

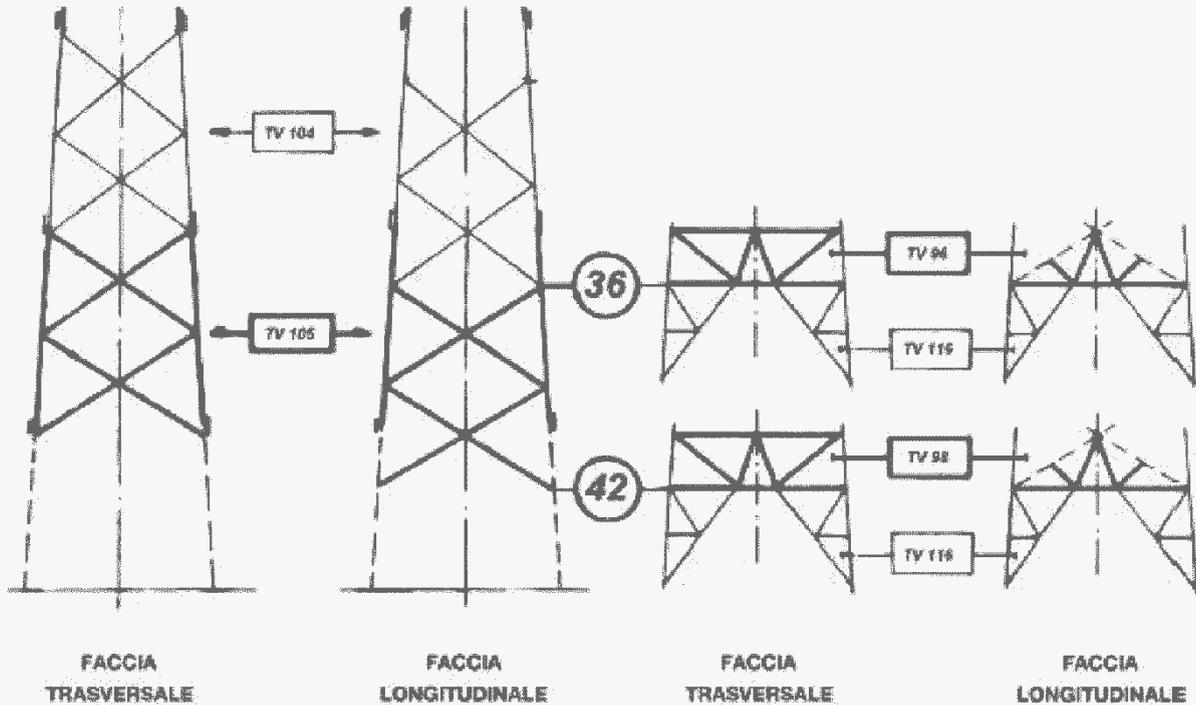
Codifica:

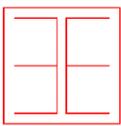
UX LS705

Rev. 00
del 31/12/2007

Pag. 7 di 7

SCHEMA SOSTEGNI CON ALTEZZE PARI





3E Ingegneria srl

POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV
"SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO"
CARATTERISTICHE COMPONENTI

Fred. Olsen Renewables

OGGETTO / SUBJECT

151.21.01.R.07

00

Apr. 2023

38/75

TAG

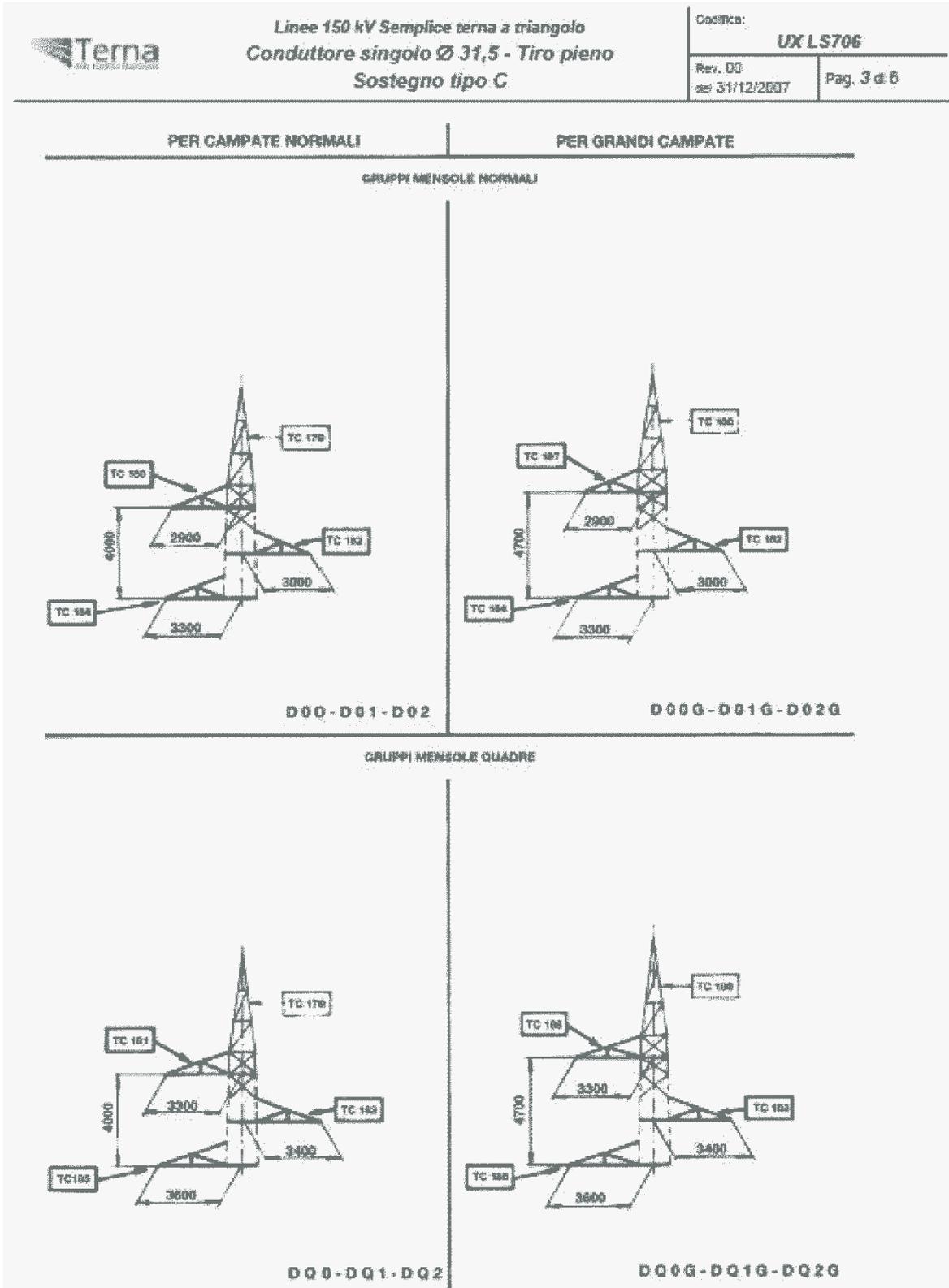
REV

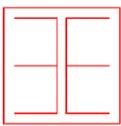
DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER

1.6.6 Tipo C





3E Ingegneria srl

POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV
"SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO"
CARATTERISTICHE COMPONENTI

Fred. Olsen Renewables

OGGETTO / SUBJECT

151.21.01.R.07

00

Apr. 2023

39/75

TAG

REV

DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER



Linee 150 kV Semplice zerna a triangolo
Conduttore singolo Ø 31,5 - Tiro pieno
Sostegno tipo C

Codifica:

UX LS706

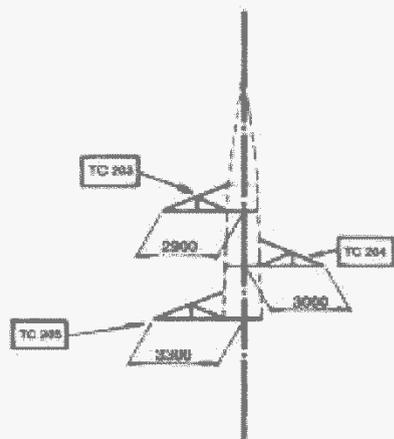
Rev. 00
del 31/12/2007

Pag. 4 di 8

PER CAMPATE NORMALI

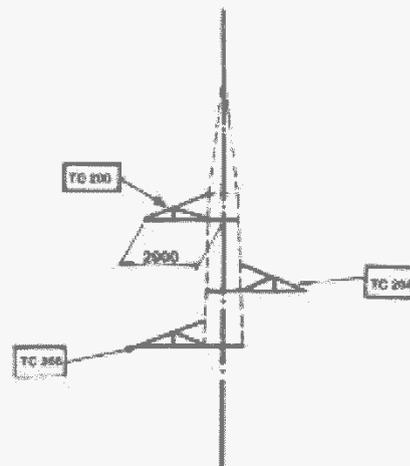
PER GRANDI CAMPATE

GRUPPI MENSOLE NORMALI
(vista longitudinale)



D 0 2

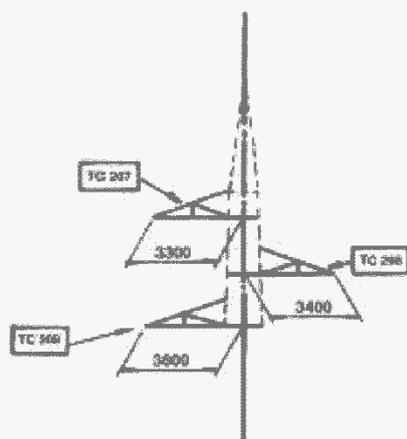
D 0 1



D 0 2 G

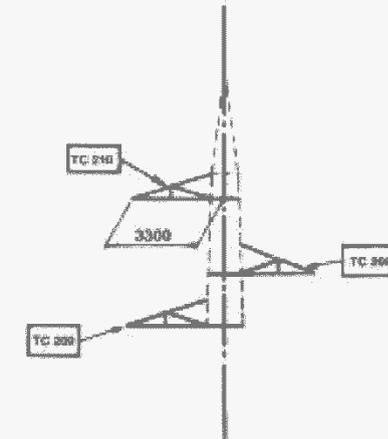
D 0 1 G

GRUPPI MENSOLE QUADRE
(vista longitudinale)



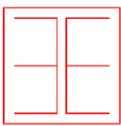
D 0 2

D 0 1



D 0 2 G

D 0 1 G



3E Ingegneria srl

POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV
"SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO"
CARATTERISTICHE COMPONENTI

Fred. Olsen Renewables

OGGETTO / SUBJECT

151.21.01.R.07

00

Apr. 2023

40/75

TAG

REV

DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER



Linee 150 kV Semplice terna a triangolo
Conduttore singolo Ø 31,5 - Tiro pieno
Sostegno tipo C

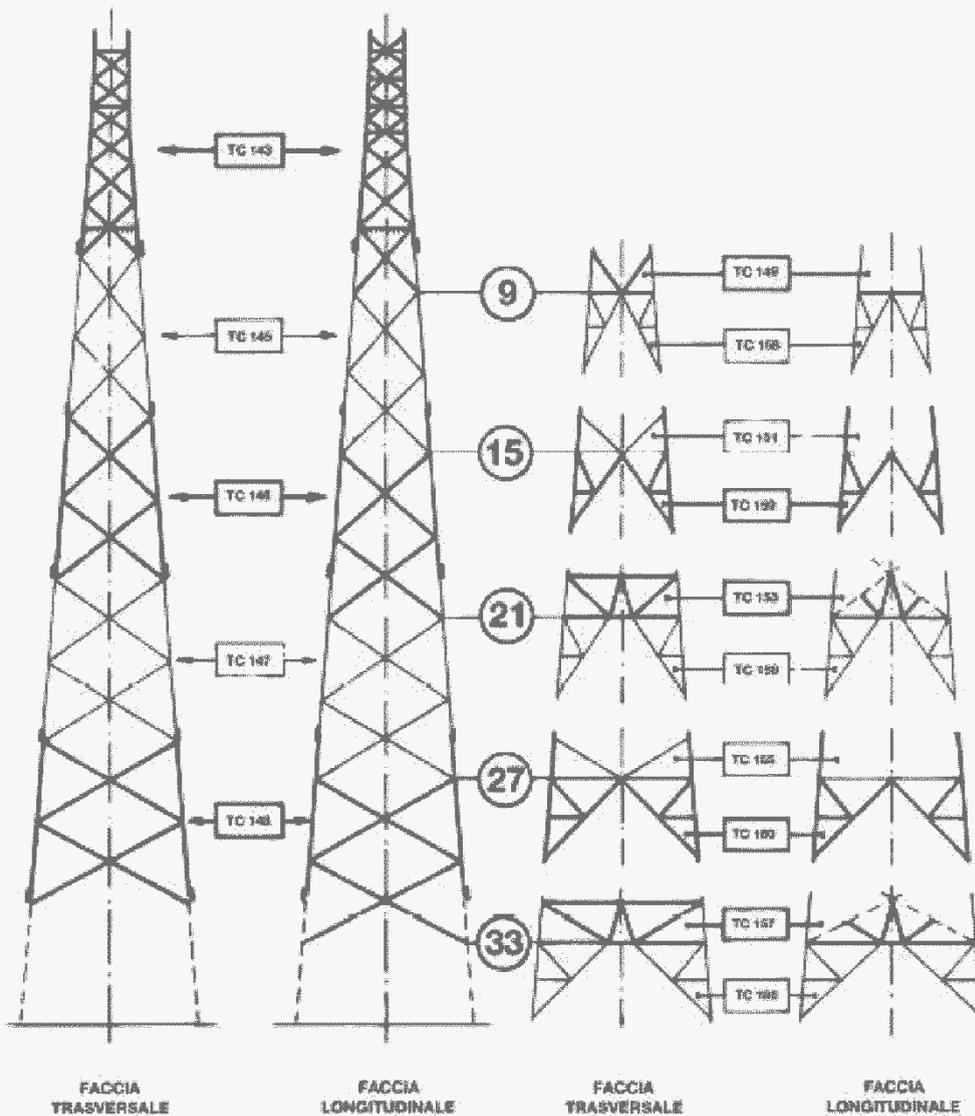
Codifica:

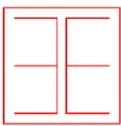
LUX LS706

Rev. 00
del 31/12/2007

Pag. 5 di 6

SCHEMA SOSTEGNI CON ALTEZZE DISPARI





3E Ingegneria srl

POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV
"SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO"
CARATTERISTICHE COMPONENTI

Fred. Olsen Renewables

OGGETTO / SUBJECT

151.21.01.R.07

00

Apr. 2023

41/75

TAG

REV

DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER



Linee 150 kV Semplice terna a triangolo
Conduttore singolo Ø 31,5 - Tiro pieno
Sostegno tipo C

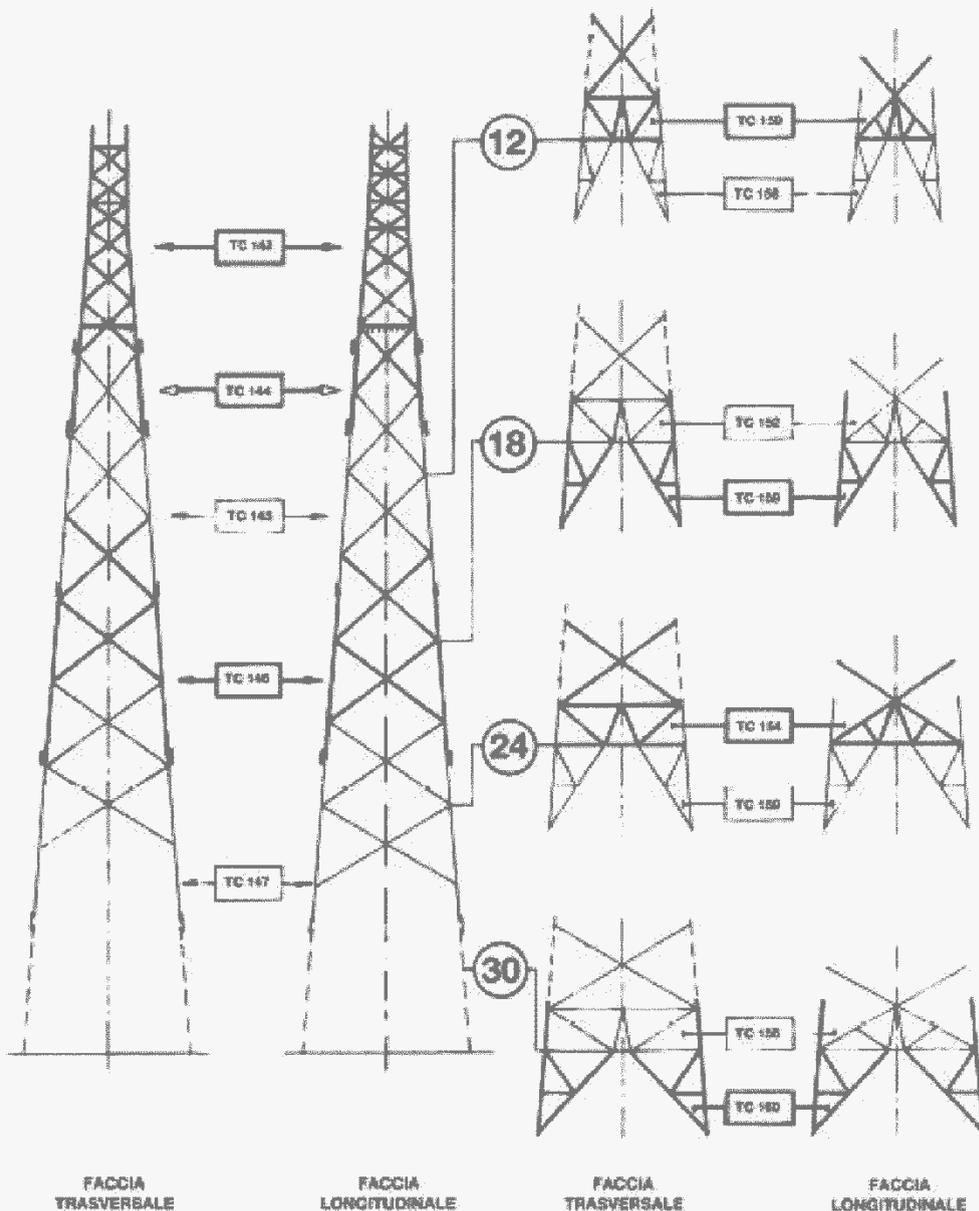
Codifica:

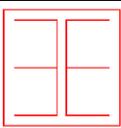
UX LS706

Rev. 03
del 31/12/2007

Pag. 6 di 6

SCHEMA SOSTEGNI CON ALTEZZE PARI





3E Ingegneria srl

POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV
"SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO"
CARATTERISTICHE COMPONENTI

Fred. Olsen Renewables

OGGETTO / SUBJECT

151.21.01.R.07

00

Apr. 2023

42/75

TAG

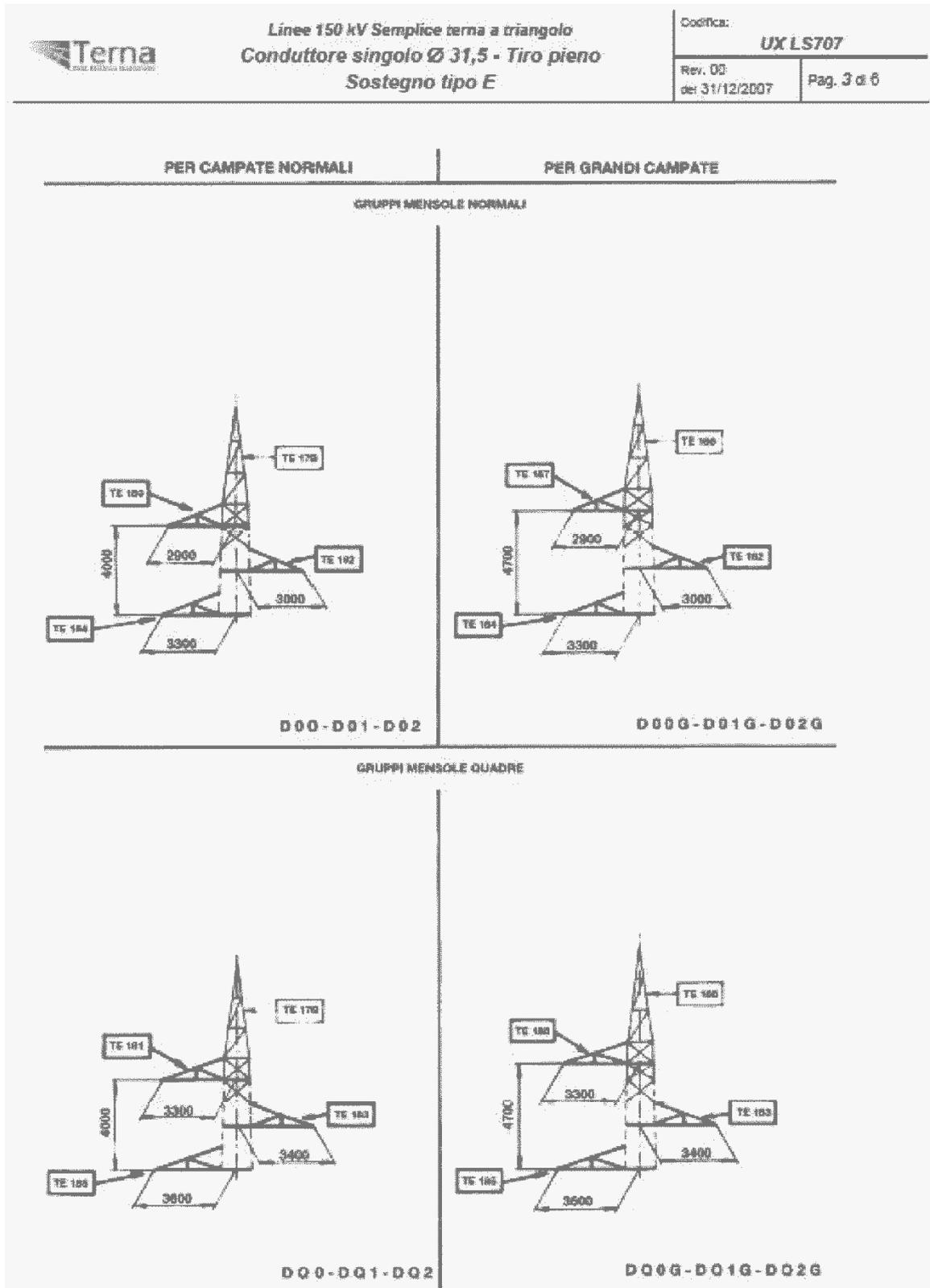
REV

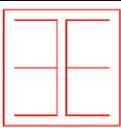
DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER

1.6.7 Tipo E





3E Ingegneria srl

POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV
"SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO"
CARATTERISTICHE COMPONENTI

Fred. Olsen Renewables

OGGETTO / SUBJECT

151.21.01.R.07

00

Apr. 2023

43/75

TAG

REV

DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER



Linee 150 kV Semplice terna a triangolo
Conduttore singolo Ø 31,5 - Tiro pieno
Sostegno tipo E

Codifica:

UX LS707

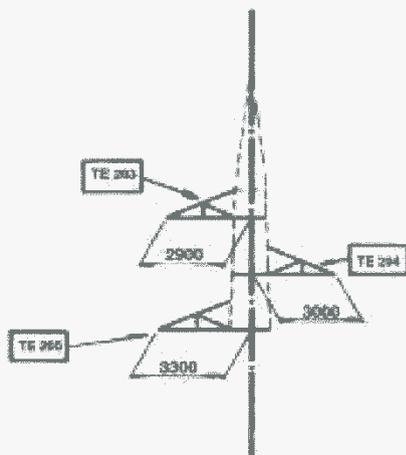
Rev. 00
del 31/12/2007

Pag. 4 di 6

PER CAMPATE NORMALI

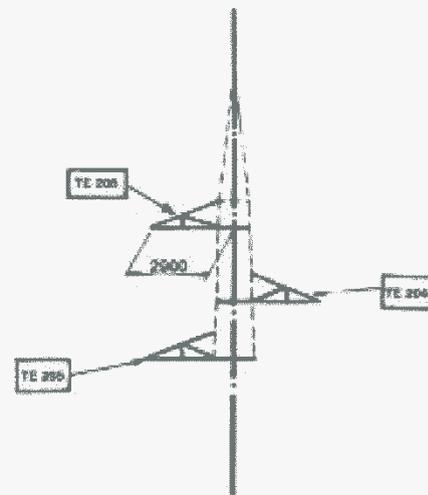
PER GRANDI CAMPATE

GRUPPI MENSOLE NORMALI
(vista longitudinale)



D 0 2

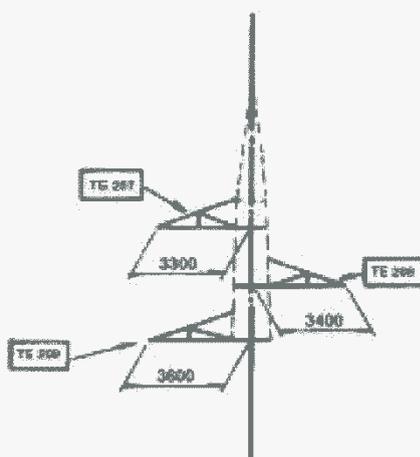
D 0 1



D 0 2 G

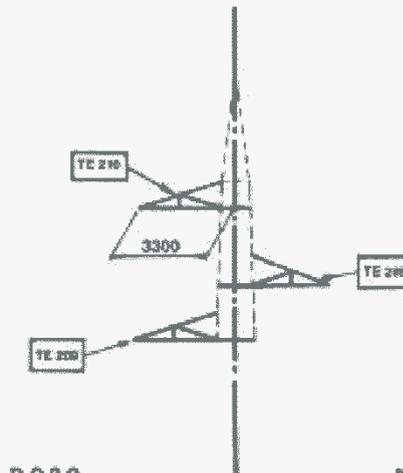
D 0 1 G

GRUPPI MENSOLE QUADRE
(vista longitudinale)



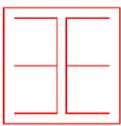
D 0 2

D 0 1



D 0 2 G

D 0 1 G



3E Ingegneria srl

POTENZIAMENTO ELETTRORODOTTO 150 kV
"SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO"
CARATTERISTICHE COMPONENTI

Fred. Olsen Renewables

OGGETTO / SUBJECT

151.21.01.R.07

00

Apr. 2023

44/75

TAG

REV

DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER



Linee 150 kV Semplice terna a triangolo
Conduttore singolo Ø 31,5 - Tiro pieno
Sostegno tipo E

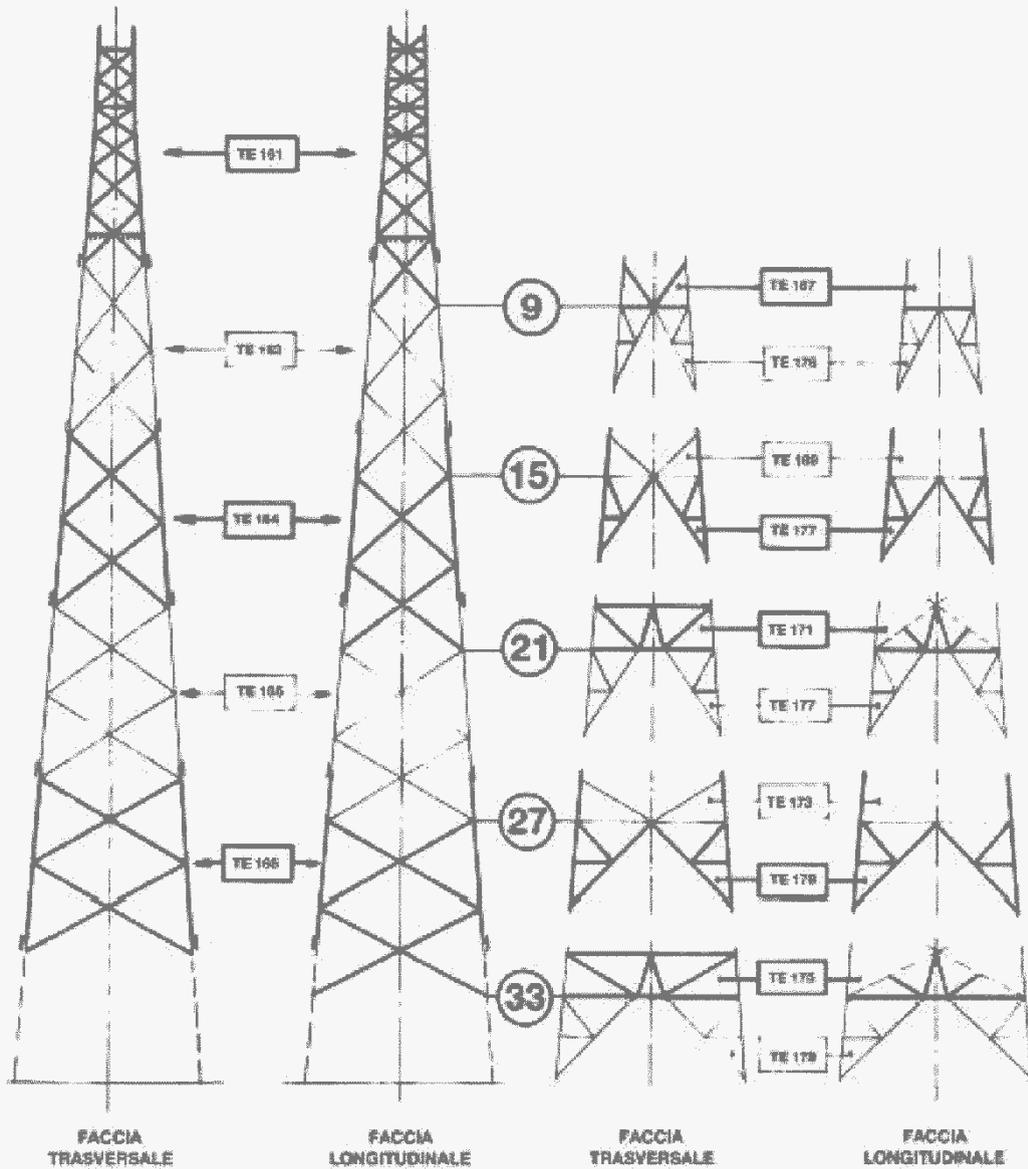
Codifica:

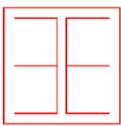
UX LS707

Rev. 03
del 31/12/2007

Pag. 5 di 6

SCHEMA SOSTEGNI CON ALTEZZE DISPARI





3E Ingegneria srl

POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV
"SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO"
CARATTERISTICHE COMPONENTI

Fred. Olsen Renewables

OGGETTO / SUBJECT

151.21.01.R.07

00

Apr. 2023

45/75

TAG

REV

DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER



Linee 150 kV Semplice terna a triangolo
Conduttore singolo Ø 31,5 - Tiro pieno
Sostegno tipo E

Codifica:

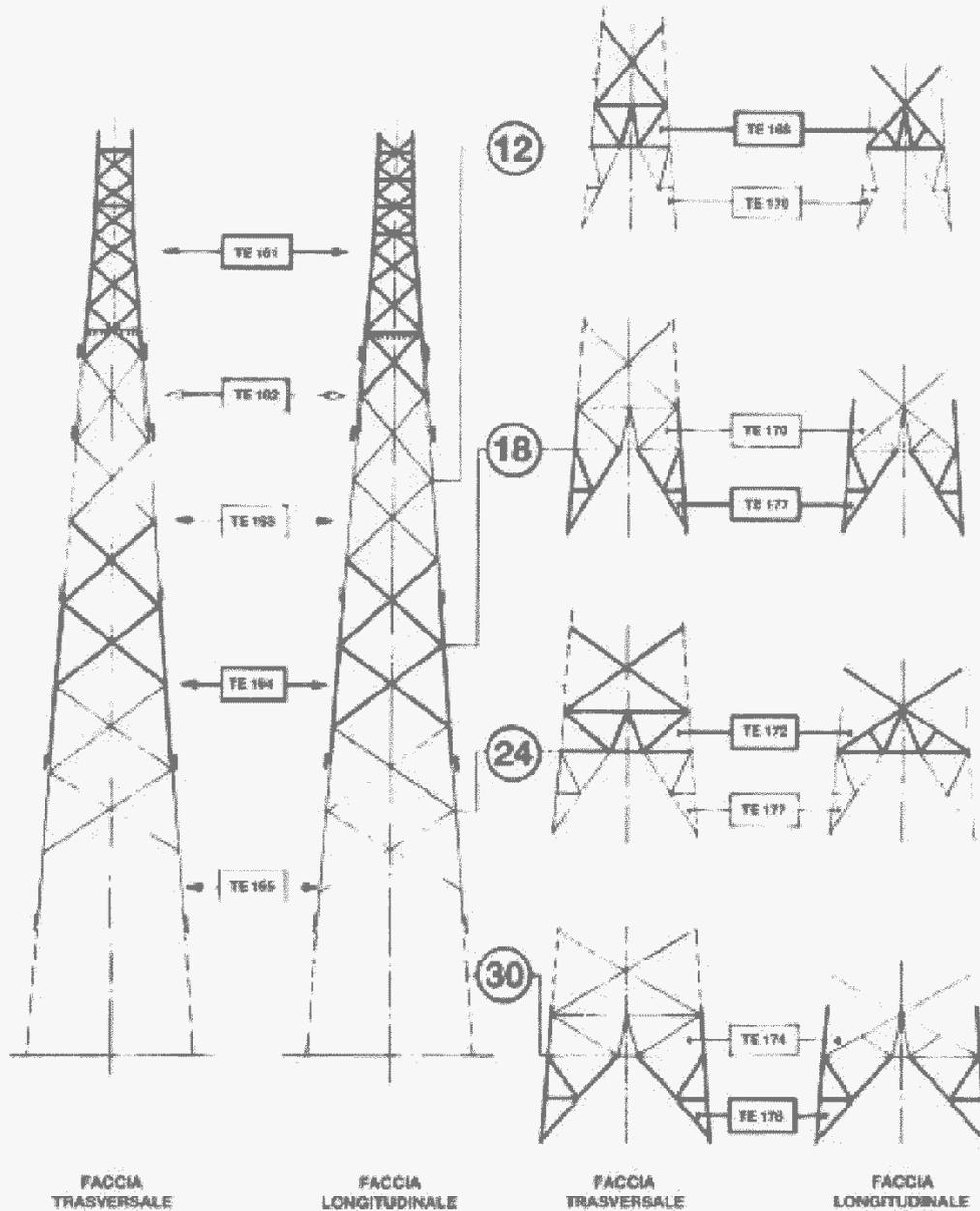
UX LS707

Rev. 00

del 31/12/2007

Pag. 6 di 6

SCHEMA SOSTEGNI CON ALTEZZE PARI





3E Ingegneria srl

POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV
"SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO"
CARATTERISTICHE COMPONENTI

Fred. Olsen Renewables

OGGETTO / SUBJECT

151.21.01.R.07

00

Apr. 2023

46/75

TAG

REV

DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER

1.6.8 Tipo E doppia terna



Tavola per montaggio meccanico
LINEE 132-150 kV DOPPIA TERNA
CONDUTTORE Ø 31,5 mm - TIRO PIENO
SOSTEGNI TIPO "E"

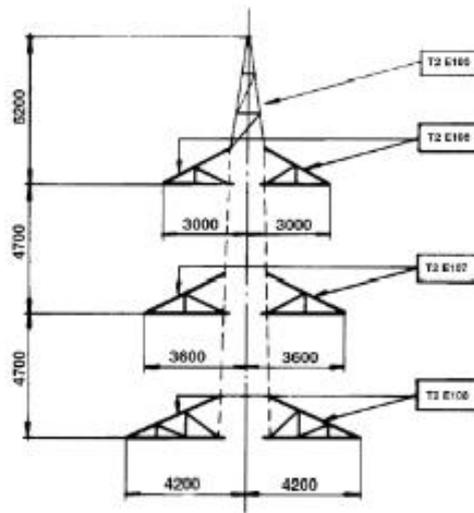
Codifica

LIN_0000S755

Rev. 00

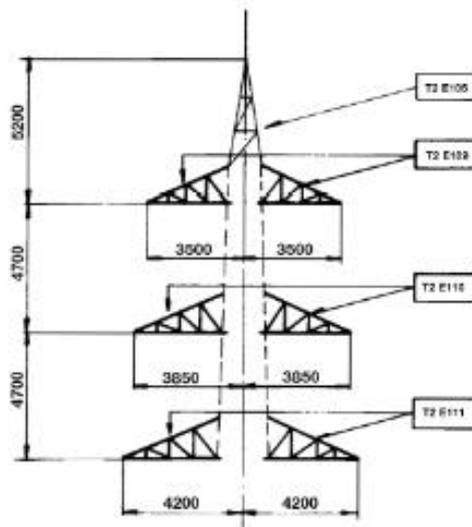
Pag. 3 di 6

GRUPPO MENSOLE NORMALI

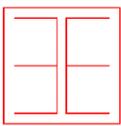


Q 0 0

GRUPPO MENSOLE QUADRE



Q 0 0



3E Ingegneria srl

POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV
"SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO"
CARATTERISTICHE COMPONENTI

Fred. Olsen Renewables

OGGETTO / SUBJECT

151.21.01.R.07

00

Apr. 2023

47/75

TAG

REV

DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER



Tavola per montaggio meccanico
LINEE 132-150 kV DOPPIA TERNA
CONDUTTORE Ø 31,5 mm - TIRO PIENO
SOSTEGNI TIPO "E"

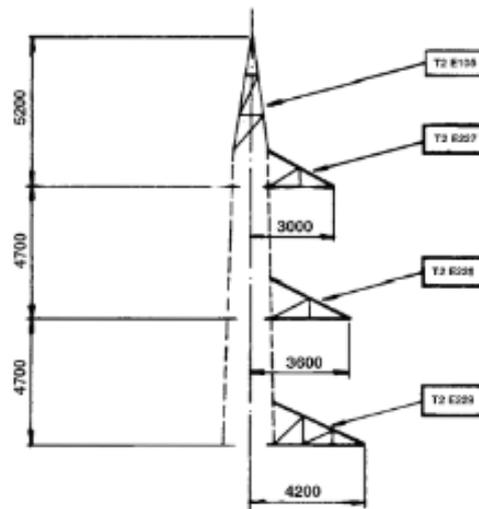
Codifica

LIN_0000S755

Rev. 00

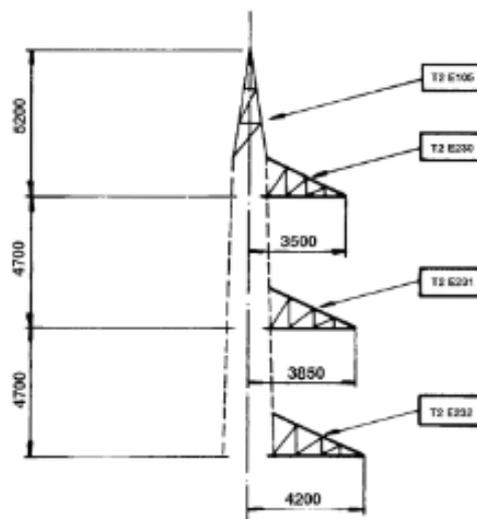
Pag. 4 di 6

GRUPPO MENSOLE NORMALI
(vista longitudinale)

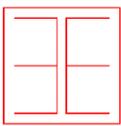


003

GRUPPO MENSOLE QUADRE
(vista longitudinale)



003



3E Ingegneria srl

POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV
"SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO"
CARATTERISTICHE COMPONENTI

Fred. Olsen Renewables

OGGETTO / SUBJECT

151.21.01.R.07

00

Apr. 2023

48/75

TAG

REV

DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER



Tavola per montaggio meccanico
LINEE 132-150 kV DOPPIA TERNA
CONDUTTORE Ø 31,5 mm - TIRO PIENO
SOSTEGNI TIPO "E"

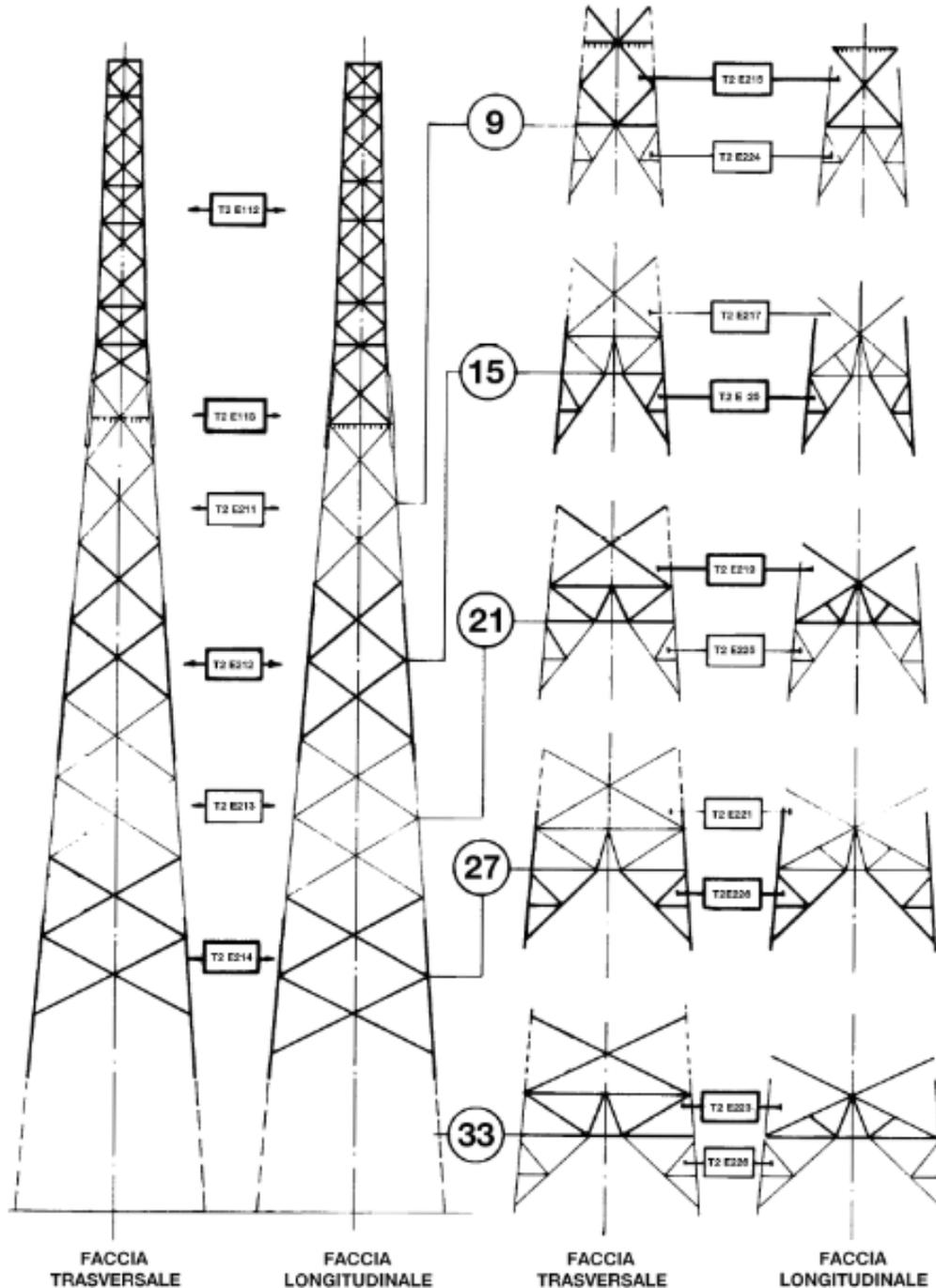
Codifica

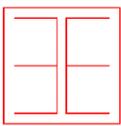
LIN_0000S755

Rev. 00

Pag. 5 di 6

SCHEMA SOSTEGNI CON ALTEZZE DISPARI





3E Ingegneria srl

POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV
"SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO"
CARATTERISTICHE COMPONENTI

Fred. Olsen Renewables

OGGETTO / SUBJECT

151.21.01.R.07

00

Apr. 2023

49/75

TAG

REV

DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER



Tavola per montaggio meccanico
LINEE 132-150 kV DOPPIA TERNA
CONDUTTORE Ø 31,5 mm - TIRO PIENO
SOSTEGNI TIPO "E"

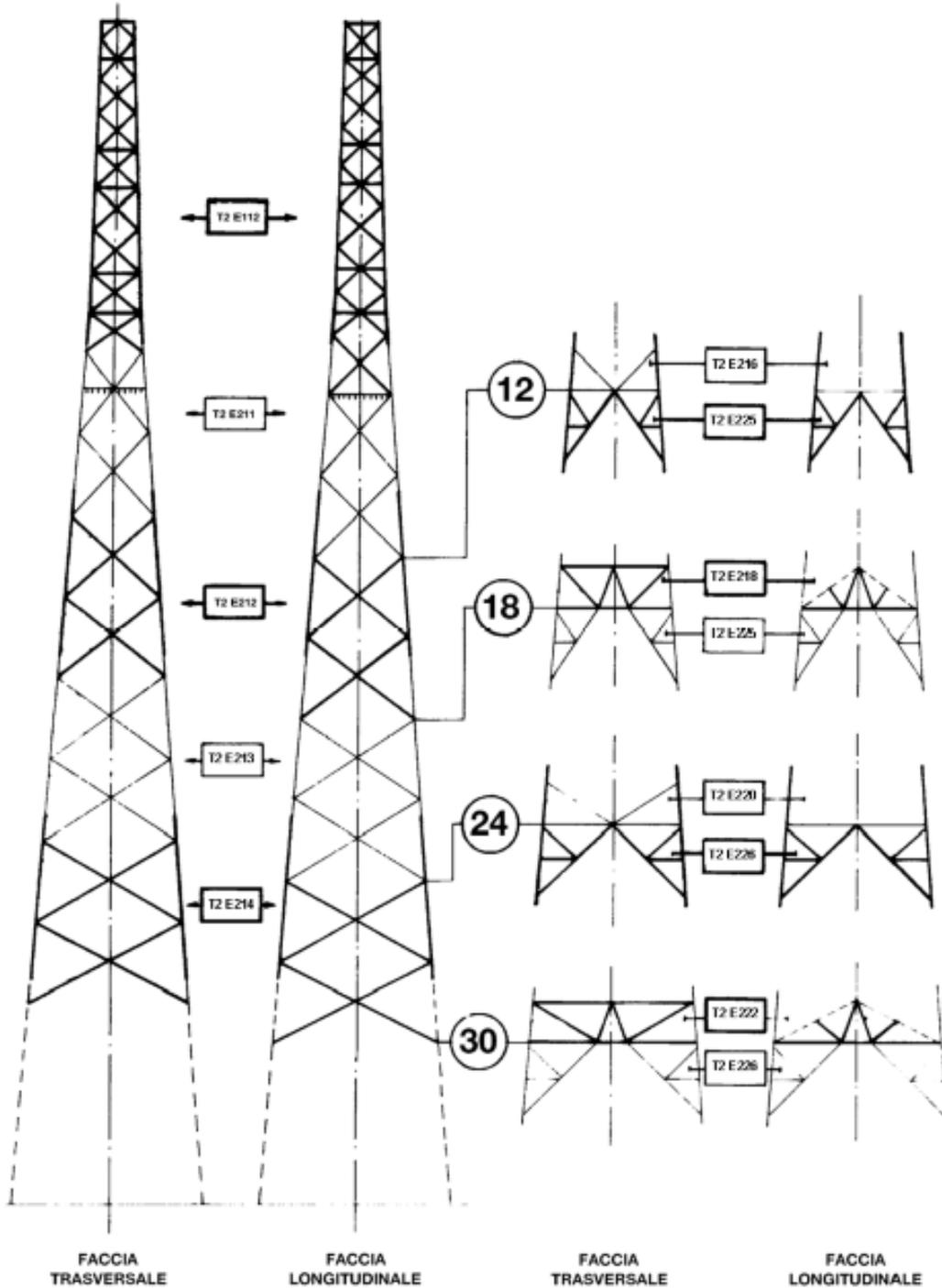
Codifica

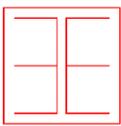
LIN_0000S755

Rev. 00

Pag. 6 di 6

SCHEMA SOSTEGNI CON ALTEZZE PARI





3E Ingegneria srl

POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV
"SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO"
CARATTERISTICHE COMPONENTI

Fred. Olsen Renewables

OGGETTO / SUBJECT

151.21.01.R.07

00

Apr. 2023

50/75

TAG

REV

DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER

1.6.9 Tipo E*

Terna

Linee 150 kV Semplice terna a triangolo
Conduttore singolo Ø 31,5 - Tiro pieno
Sostegno tipo E*

Codifica: UX LS708
Rev. 00 del 31/12/2007 Pag. 3 di 6

GRUPPI MENSOLE NORMALI

TE* 77

2600 9000 2600

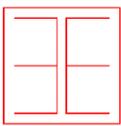
D0Y

GRUPPI MENSOLE QUADRE

TE* 79

2600 9000 2600

D0Y



3E Ingegneria srl

POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV
"SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO"
CARATTERISTICHE COMPONENTI

 Fred. Olsen Renewables

OGGETTO / SUBJECT

151.21.01.R.07

00

Apr. 2023

51/75

TAG

REV

DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER



Linee 150 kV Semplice terna a triangolo
Conduttore singolo Ø 31,5 - Tiro pieno
Sostegno tipo E*

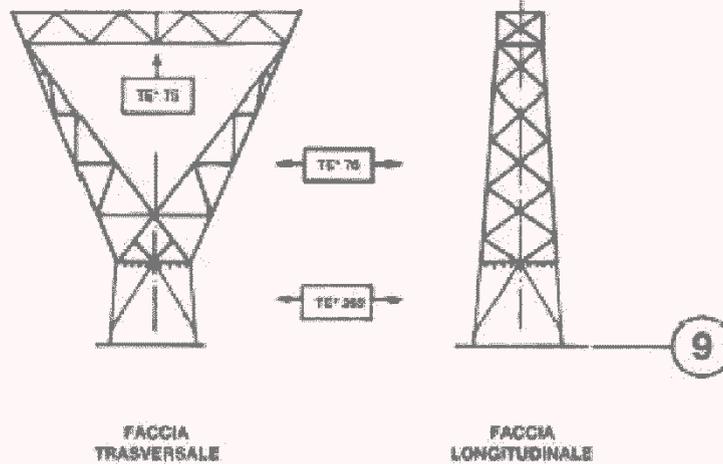
Codifica:

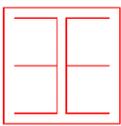
UX LS708

Rev. 00
del 31/12/2007

Pag. 4 di 6

SCHEMA SOSTEGNO TE* 9





3E Ingegneria srl

POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV
"SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO"
CARATTERISTICHE COMPONENTI

Fred. Olsen Renewables

OGGETTO / SUBJECT

151.21.01.R.07

00

Apr. 2023

52/75

TAG

REV

DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER



Linee 150 kV Semplice terna a triangolo
Conduttore singolo Ø 31,5 - Tiro pieno
Sostegno tipo E*

Codifica:

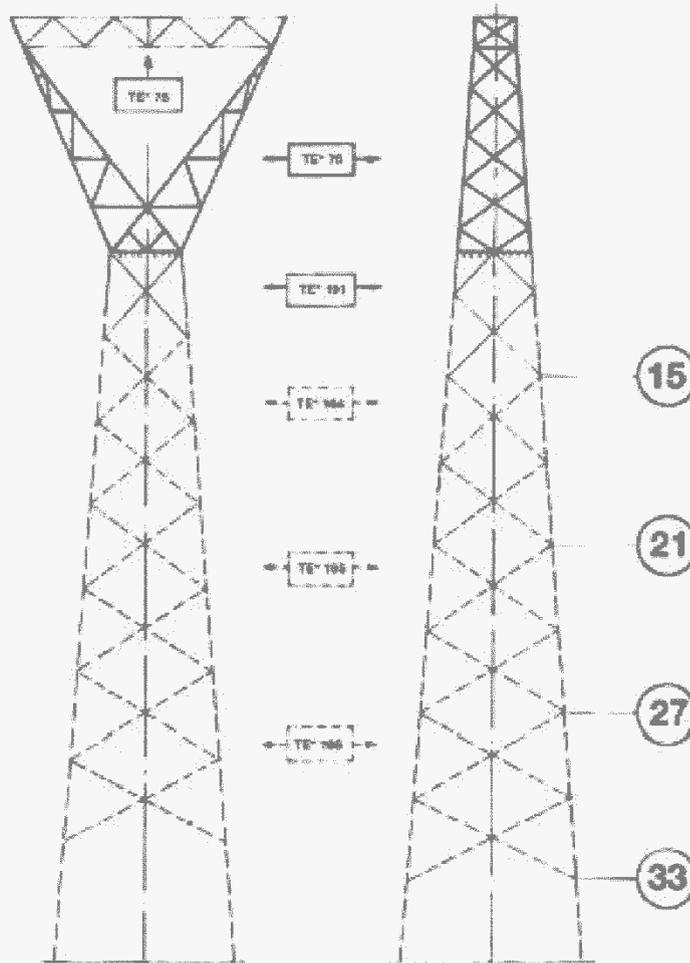
UX LS708

Rev. 00

del 31/12/2007

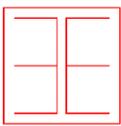
Pag. 5 di 6

SCHEMA SOSTEGNI E* CON ALTEZZE DISPARI



FACCIA TRASVERSALE

FACCIA LONGITUDINALE



3E Ingegneria srl

POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV
"SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO"
CARATTERISTICHE COMPONENTI

Fred. Olsen Renewables

OGGETTO / SUBJECT

151.21.01.R.07

00

Apr. 2023

53/75

TAG

REV

DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER



Linee 150 kV Semplice terna a triangolo
Conduttore singolo Ø 31,5 - Tiro pieno
Sostegno tipo E*

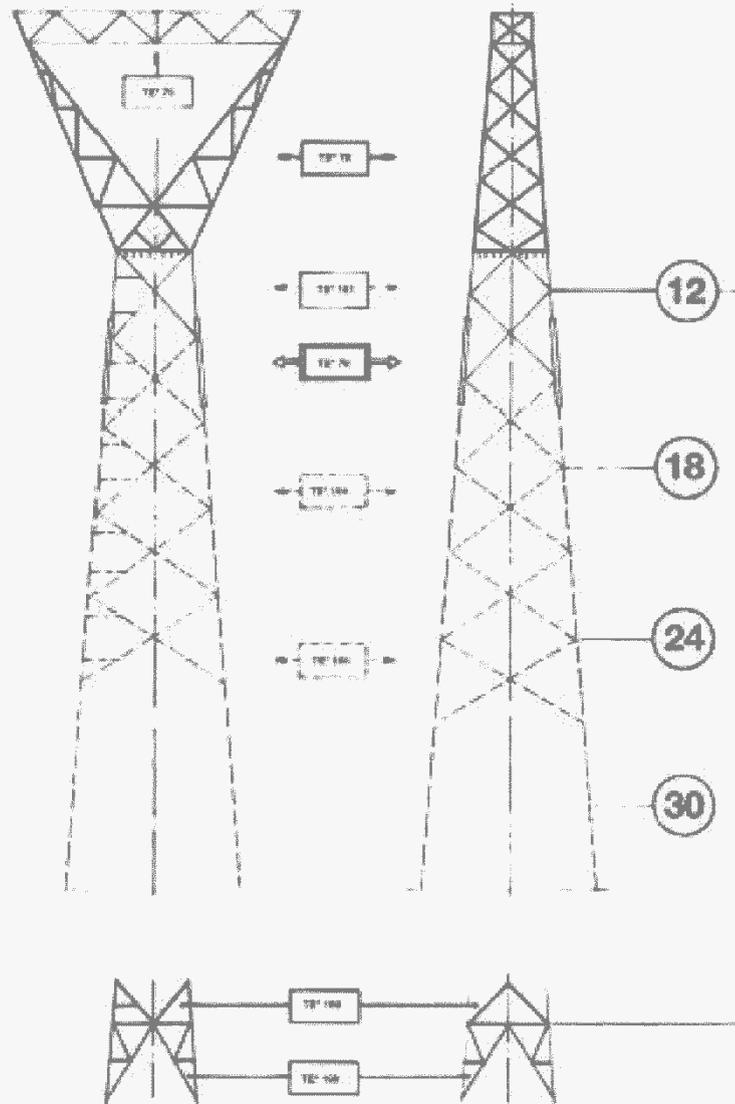
Codifica:

UX LS708

Rev. 03
del 31/12/2007

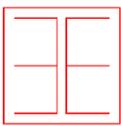
Pag. 6 di 6

SCHEMA SOSTEGNI E* CON ALTEZZE PARI



FACCIA TRASVERSALE

FACCIA LONGITUDINALE



3E Ingegneria srl

POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV
"SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO"
CARATTERISTICHE COMPONENTI

Fred. Olsen Renewables

OGGETTO / SUBJECT

151.21.01.R.07

00

Apr. 2023

54/75

TAG

REV

DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER

1.6.10 Palo gatto



Linee 132 – 150 kV

Palo Gatto con e senza piattaforma per transizione aereo – cavo.
Tiro orizzontale in EDS 21% Zona A – EDS 18% Zona B

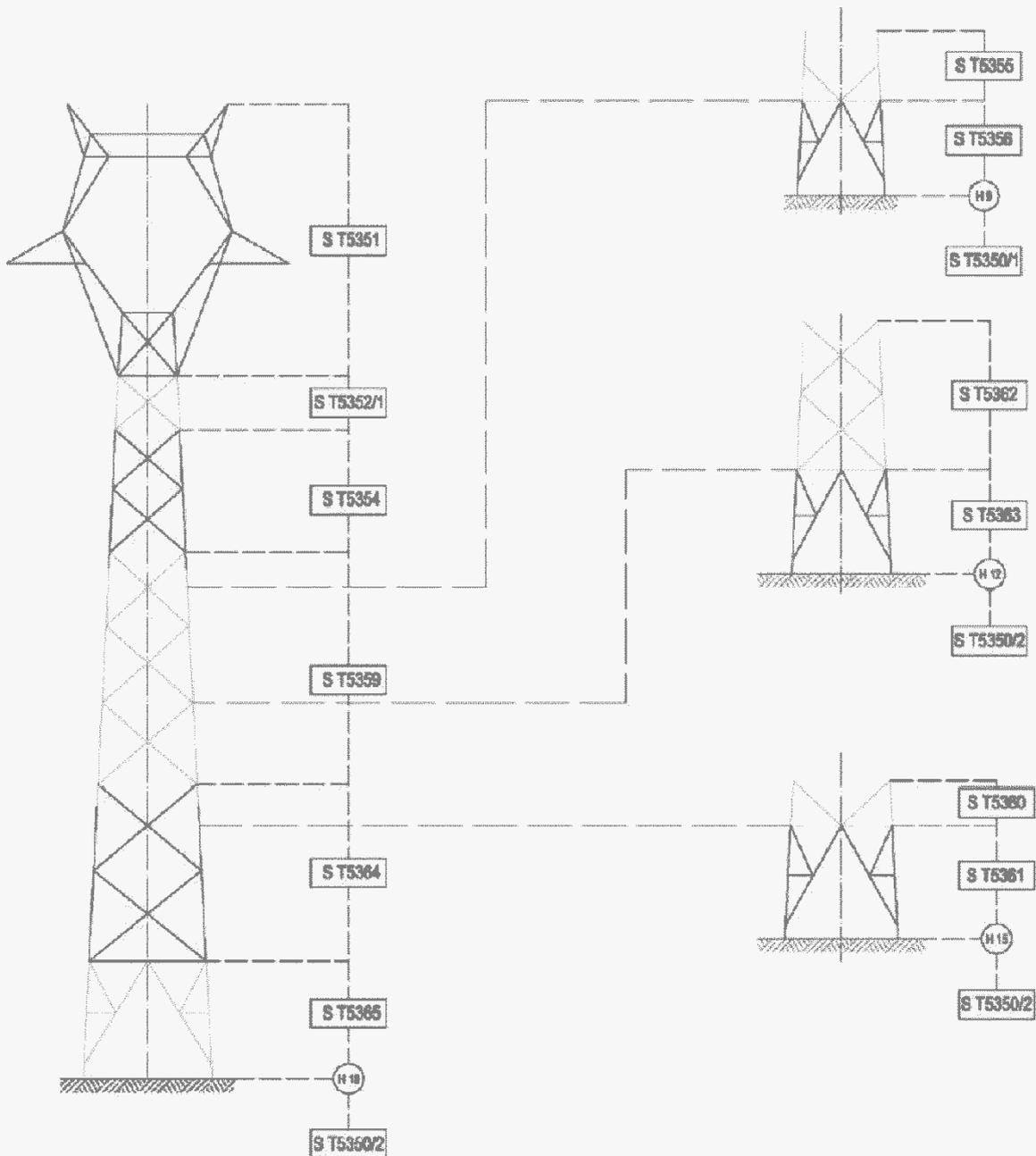
Codifica:

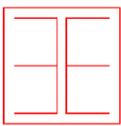
UX LS5302

Rev. 01

Pag. 2 di 5

INGRESSO NORMALE A 0°





3E Ingegneria srl

POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV
"SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO"
CARATTERISTICHE COMPONENTI

Fred. Olsen Renewables

OGGETTO / SUBJECT

151.21.01.R.07

00

Apr. 2023

55/75

TAG

REV

DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER



Linee 132 – 150 kV
Palo Gatto con e senza piattaforma per transizione aereo – cavo.
Tiro orizzontale in EDS 21% Zona A – EDS 18% Zona B

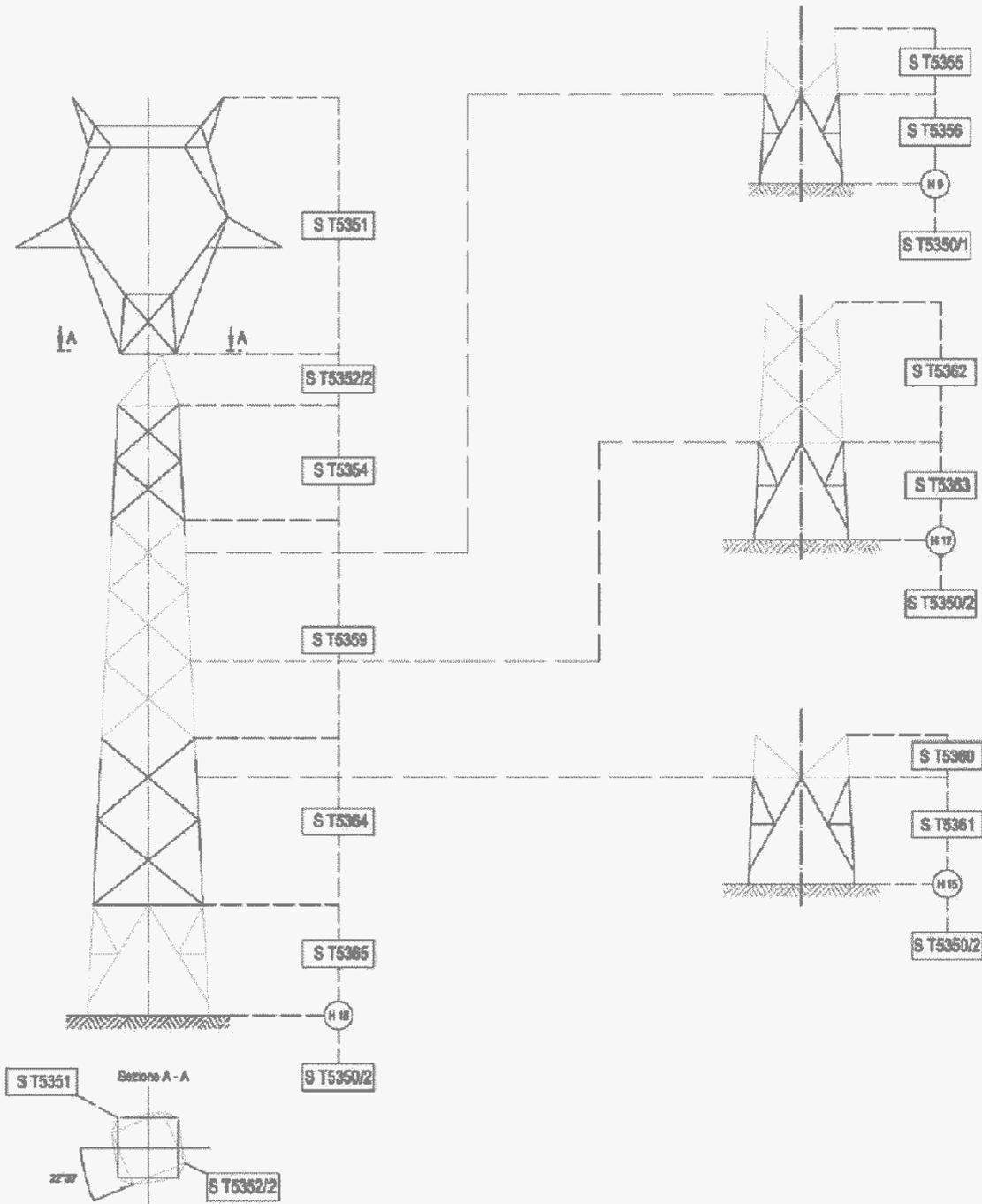
Codifica:

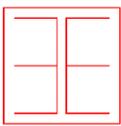
UX LS5302

Rev. 01

Pag. 3 di 5

INGRESSO TIPO "A" 22° 30'





3E Ingegneria srl

POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV
"SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO"
CARATTERISTICHE COMPONENTI

Fred. Olsen Renewables

OGGETTO / SUBJECT

151.21.01.R.07

00

Apr. 2023

56/75

TAG

REV

DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER



Linee 132 – 150 kV
Paio Gatto con e senza piattaforma per transizione aereo – cavo.
Tiro orizzontale in EDS 21% Zona A – EDS 18% Zona B

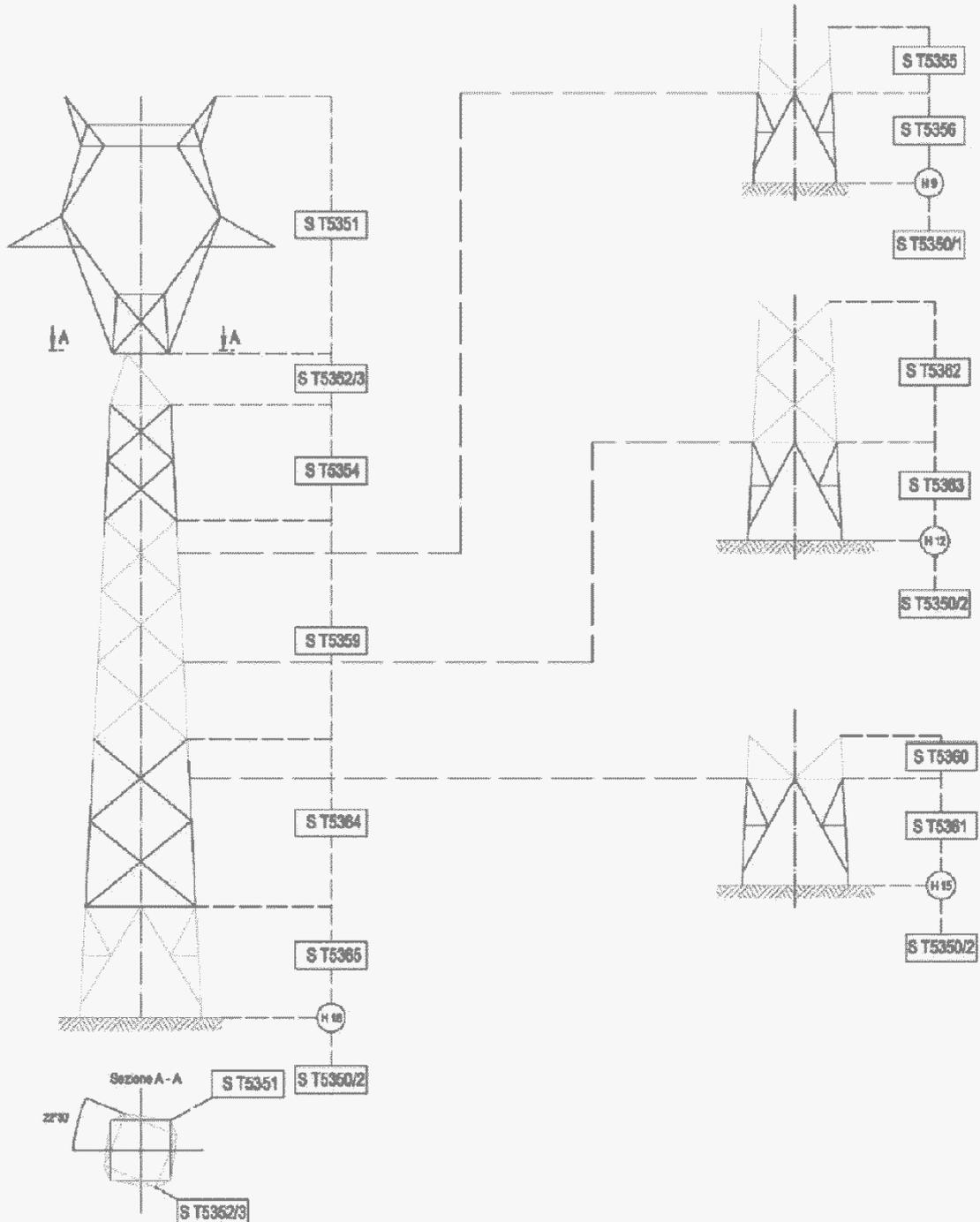
Codifica:

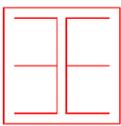
UX LS5302

Rev. 01

Pag. 4 di 5

INGRESSO TIPO "B" 22° 30'





3E Ingegneria srl

POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV
"SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO"
CARATTERISTICHE COMPONENTI

Fred. Olsen Renewables

OGGETTO / SUBJECT

151.21.01.R.07

00

Apr. 2023

57/75

TAG

REV

DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER



Linee 132 – 150 kV

Palo Gatto con e senza piattaforma per transizione aereo – cavo.
Tiro orizzontale in EDS 21% Zona A – EDS 18% Zona B

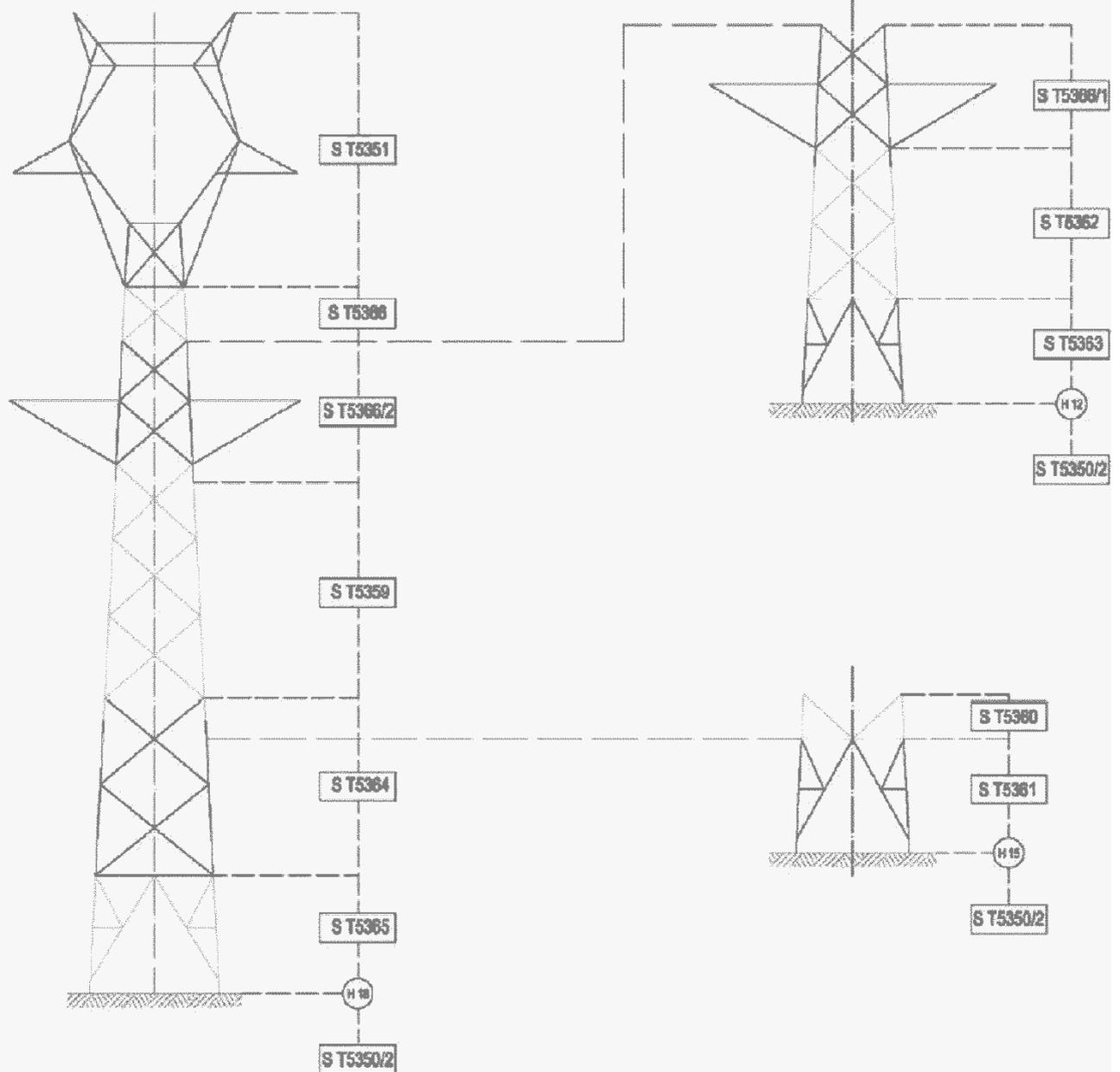
Codifica:

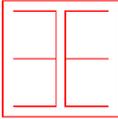
UX LS5302

Rev. 01

Pag. 5 di 5

INGRESSO NORMALE A 0° CON PIATTAFORMA



 3E Ingegneria srl	POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV "SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO" CARATTERISTICHE COMPONENTI				
	OGGETTO / SUBJECT				
	151.21.01.R.07	00	Apr. 2023		58/75
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

	DISPOSITIVI DI MESSA A TERRA	Codifica LF 92	
		Rev. 00	Pag. 1 di 19

**LINEE ELETTRICHE AEREE DELLA RTN: NUOVI IMPIANTI DI TERRA DDP
GUIDA TECNICA ED ABACHI**

 3E Ingegneria srl	POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV "SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO" CARATTERISTICHE COMPONENTI				
	OGGETTO / SUBJECT				
	151.21.01.R.07	00	Apr. 2023		59/75
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

2 PREMESSA

Il nuovo progetto unificato dei dispositivi di messa a terra dei sostegni delle linee elettriche aeree della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) si è proposto di:

- migliorare le prestazioni a fulminazione delle linee elettriche aeree, riducendo la probabilità di scarica inversa e ridurre le resistenze a frequenza industriale per consentire il corretto funzionamento delle protezioni (requisito tecnico prestazionale);
- ridurre l'occupazione superficiale al suolo (requisito ambientale);
- salvaguardare la sicurezza delle persone con riferimento alle tensioni che si manifestano sulle masse accessibili durante un guasto (requisito normativo);
- presentare una soluzione applicativa di tipo modulare (requisito tecnico logistico).

Sulla base delle considerazioni sopra riportate, sono state individuate sette topologie di impianti di terra, denominati "Dispersori di Profondità" (DDP), caratterizzati da prestazioni elettriche crescenti, in analogia ai dispositivi di messa a terra della revisione precedente del presente documento.

In Tabella 1 sono riportate le caratteristiche generali dei dispositivi di messa a terra DDP con indicazione dei riferimenti agli elaborati grafici. I nuovi dispositivi di messa a terra DDP sono quindi basati sull'impiego di un doppio anello perimetrale (DDP0) eventualmente integrato con 2 (DDP1, DDP2), 4 (DDP3, DDP4, DDP5) o 6 (DDP6) micropali al fine garantire prestazioni elettriche elevate anche in condizioni critiche (elevati valori di resistività elettrica del terreno, di altezze delle torri e livelli ceramici del sito).

Il presente documento descrive la metodologia di selezione dei dispositivi di messa a terra DDP al fine di mitigare il rischio di scarica inversa per fulminazioni atmosferiche e quindi ridurre il costo equivalente del disservizio per gli utenti industriali connessi al sistema elettrico.

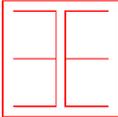
La metodologia proposta non è quindi sostitutiva delle verifiche alle prescrizioni della Norma CEI EN 50341-1, ovvero verifica del dimensionamento dei conduttori di terra con riguardo alle sollecitazioni termiche e verifica del dimensionamento degli impianti di terra con riguardo alla sicurezza umana.

Si ricorda che, nel caso sul sostegno della linea aerea siano installate apparecchiature e/o trasformatori, il sostegno ricade nell'ambito di applicazione della norma CEI EN 50522 e sono quindi previste le medesime prescrizioni delle Stazioni Elettriche.

 3E Ingegneria srl	POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV "SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO" CARATTERISTICHE COMPONENTI				 Fred. Olsen Renewables
	OGGETTO / SUBJECT				
	151.21.01.R.07	00	Apr. 2023	60/75	
	TAG	REV	DATE	PAG / TOT	
					CLIENTE / CUSTOMER

Dispositivo di messa a terra	Descrizione	Elaborato grafico
DDP0	Doppio anello	LF 703
DDP1	Doppio anello + 2 micropali da 18 m in asse linea (con inclinazione $\varphi = 30^\circ$).	LF 704
DDP2	Doppio anello + 2 micropali da 36 m in asse linea (con inclinazione $\varphi = 30^\circ$).	LF 705
DDP3	Doppio anello + 2 micropali da 18 m in asse linea (con inclinazione $\varphi = 30^\circ$) + 2 micropali verticali da 18 m (inclinazione $\varphi = 0^\circ$).	LF 706
DDP4	Doppio anello + 2 micropali da 27 m in asse linea (con inclinazione $\varphi = 30^\circ$) + 2 micropali verticali da 27 m (inclinazione $\varphi = 0^\circ$).	LF 707
DDP5	Doppio anello + 2 micropali da 36 m in asse linea (con inclinazione $\varphi = 30^\circ$) + 2 micropali verticali da 36 m (inclinazione $\varphi = 0^\circ$).	LF 708
DDP6	Doppio anello + 4 micropali da 36 m in asse linea (con inclinazione $\varphi = 30^\circ$) + 2 micropali verticali da 36 m (inclinazione $\varphi = 0^\circ$).	LF 709

Tabella 1 - Dispositivi di messa a terra DDP.

 3E Ingegneria srl	POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV "SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO" CARATTERISTICHE COMPONENTI				
	OGGETTO / SUBJECT				
	151.21.01.R.07	00	Apr. 2023		61/75
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

3 ELEMENTI COSTRUTTIVI

Gli elementi costitutivi dei dispositivi di messa a terra DDP sono riportati nel seguito:

Conduttori del primo anello: piattina 40 × 4 mm in acciaio zincato;

Conduttori del secondo anello: piattina 40 × 4 mm in acciaio zincato;

Conduttori di terra: piattina 40 × 4 mm in acciaio zincato;

Micropali: diametro 100 mm e spessore 5 mm in acciaio zincato a caldo, riempito con calcestruzzo elettrotecnico in pressione.

La miscela di riempimento del micropalo per la formazione della camicia sarà così composta: una parte in peso di cemento Portland, una parte in peso di Bentonite e due parti in peso di Marconite. La suddetta miscela consentirà di migliorare le prestazioni elettriche dei micropali e proteggerli dall'azione corrosiva del terreno.

Le piattine dovranno essere forate alle estremità con due fori da 13,5 mm e collegate tra loro con bulloni a filettatura completa da 12 × 30 mm.

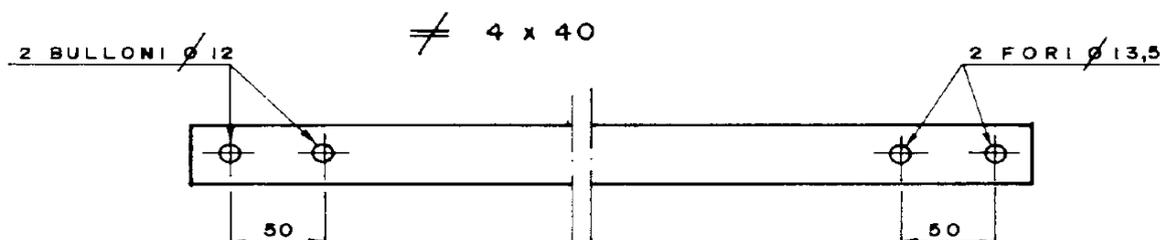
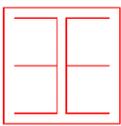


Figura 1 - Piattine 40 × 4 mm in acciaio zincato.

Con riferimento alla verifica delle sollecitazioni termiche per i conduttori dei dispositivi di messa a terra, la singola piattina in acciaio zincato (40 × 4 mm) potrà disperdere una corrente longitudinale non superiore a circa 16 kA in accordo alla Norma CEI EN 50341-1.

Per correnti di terra IE disperse dai dispositivi di messa a terra DDP superiori a 16 kA, sarà compito del progettista verificare l'adeguatezza delle sezioni minime riportate nel presente documento.



3E Ingegneria srl

POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV
"SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO"
CARATTERISTICHE COMPONENTI

 Fred. Olsen Renewables

OGGETTO / SUBJECT

151.21.01.R.07

00

Apr. 2023

62/75

TAG

REV

DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER



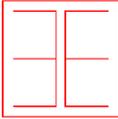
DISPOSITIVI DI MESSA A TERRA

Codifica

LF 92

Rev. 00

Pag. 7 di 19

 3E Ingegneria srl	POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV "SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO" CARATTERISTICHE COMPONENTI			
	OGGETTO / SUBJECT			
	151.21.01.R.07	00	Apr. 2023	63/75
	TAG	REV	DATE	PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER

4 UTILIZZO DEGLI ABACHI PER LA SELEZIONE DEI DDP

Sono di seguito elencati i dati di ingresso necessari per procedere all'impiego degli abachi:

- **Altezza al cimino del sostegno (HT):** determinabile da progetto dell'elettrodotto e valutata rispetto al piano di campagna.
- **Densità di fulminazioni nel sito di installazione (NG):** in fulmini a terra per km² per anno, determinabile tramite le mappe isocerauniche disponibili nell'applicativo Atlarete (si consiglia l'utilizzo del valore medio con griglia 5x5 km);
- **Resistività del terreno (ρ):** vanno condotte delle misure¹ a picchetto; in caso di indisponibilità o in fase di progettazione preliminare è possibile utilizzare il valore delle mappe di resistività profonda del terreno.

A seguito della raccolta dei dati di ingresso è possibile procedere alla lettura degli abachi tramite i seguenti passi:

1. A partire dall'altezza al cimino del sostegno (HT) si traccia una retta orizzontale fino all'intersezione con il valore di densità di fulminazioni (NG) nel sito di installazione. L'ascissa del punto di intersezione rappresenta il numero di fulmini che impattano sulla linea (NL). Valori compresi tra le curve possono essere interpolati oppure calcolati con la seguente formula:

$$N_L = N_G \frac{28H_T^{0.6} + b}{10}$$

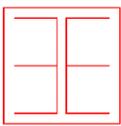
con b pari all'interasse tra le funi di guardia ($b = 0$ nel caso di presenza di una singola fune di guardia).

2. A partire dal punto di intersezione ricavato al passo precedente, si traccia una retta verticale fino ad intersecare, nella parte inferiore dell'abaco, la curva relativa alla resistività del terreno (ρ) del sito di installazione.
3. L'ordinata di questo secondo punto di intersezione identifica univocamente il dispersore da utilizzare.

¹ Considerata la variabilità della resistività in funzione dell'umidità del terreno, le misure dovranno essere effettuate preferibilmente in periodi secchi e comunque ad almeno 15 giorni di distanza dall'ultima precipitazione. La misura di resistività elettrica del terreno dovrà essere condotta mediante il metodo di misura a quattro picchetti (Metodo di Wenner). La misura dovrà essere effettuata lungo due direttrici ortogonali; preferibilmente una delle due direttrici dovrà essere l'asse dell'elettrodotto. Per ciascuna direttrice dovranno essere registrati i valori di resistività elettrica del terreno per distanze uguali e crescenti tra le sonde.

Al fine di misurare la resistività elettrica del terreno in corrispondenza degli strati interessati dalla corrente dispersa dall'impianto di terra, la distanza tra i picchetti di misura deve essere tale da simulare una profondità almeno pari alla massima dimensione del dispersore in esame. Il numero di punti di valutazione della resistività del terreno deve essere almeno pari a 5 per ciascuna direttrice. La distanza tra le sonde di tensione e di corrente dovrà essere valutata come segue:

- una misura va eseguita ad una distanza pari alla profondità di installazione dei dispersori superficiali (circa 1 m);
- una misura va eseguita ad una distanza pari alla profondità di installazione delle fondazioni;
- le ulteriori misure vanno eseguite su lunghezze uniformemente distribuite, fino alla massima distanza.



3E Ingegneria srl

POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV
"SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO"
CARATTERISTICHE COMPONENTI

 Fred. Olsen Renewables

OGGETTO / SUBJECT

151.21.01.R.07

00

Apr. 2023

64/75

TAG

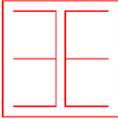
REV

DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER

La resistività equivalente è definita dalla media aritmetica delle due medie delle misure effettuate lungo ciascuna direttrice e ponderate rispetto alla distanza tra le sonde.

 3E Ingegneria srl	POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV "SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO" CARATTERISTICHE COMPONENTI				
	OGGETTO / SUBJECT				
	151.21.01.R.07	00	Apr. 2023	65/75	
	TAG	REV	DATE	PAG / TOT	CLIENTE / CUSTOMER

5 ARMATURE DI FONDAZIONE

Le fondazioni dei sostegni, in generale, contribuiscono alla dispersione della corrente di terra IE a seguito della presenza dell'armatura di fondazione costituita da tondini di ferro. Il contributo delle fondazioni risulta non trascurabile laddove gli impianti di terra presentano dimensioni minori rispetto alle dimensioni delle fondazioni.

I ferri di armatura di una struttura in calcestruzzo armato sono considerati continui elettricamente se la maggior parte delle interconnessioni tra i ferri verticali e quelli orizzontali è effettuata mediante saldatura, o comunque in modo sicuro in accordo alla Norma CEI EN

62305-3. Le connessioni equipotenziali dei tondini di armatura realizzate secondo la regola dell'arte mitigano, inoltre, il rischio di distribuzioni disomogenee della corrente dispersa dalle fondazioni, che potrebbe dar luogo a fessurazioni del copriferro delle fondazioni (effetto Joule).

La continuità elettrica delle armature di fondazione dei sostegni tubolari e a traliccio deve essere garantita mediante uno dei metodi indicati dalla Norma CEI EN 62305-3, nel rispetto dei vincoli progettuali stabiliti dal progetto dell'ingegneria civile.

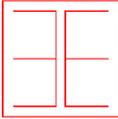
In particolare, la continuità elettrica può essere garantita mediante saldatura, legatura e giunti di accoppiamento in accordo alla Figura E.5 della Norma CEI EN 62305-3. Le legature dovranno essere realizzate in modo da garantire continuità elettrica tra i tondini verticali e orizzontali della fondazione. Il numero di legature dovrà essere sufficiente a garantire la continuità elettrica tra tondini di armatura appartenenti allo stesso piano e a piani ortogonali. In particolare, il numero di legature per lato di maglia non dovrà essere inferiore a 10 e, comunque, la distanza tra una legatura e la successiva non deve essere inferiore a 0.5 m.

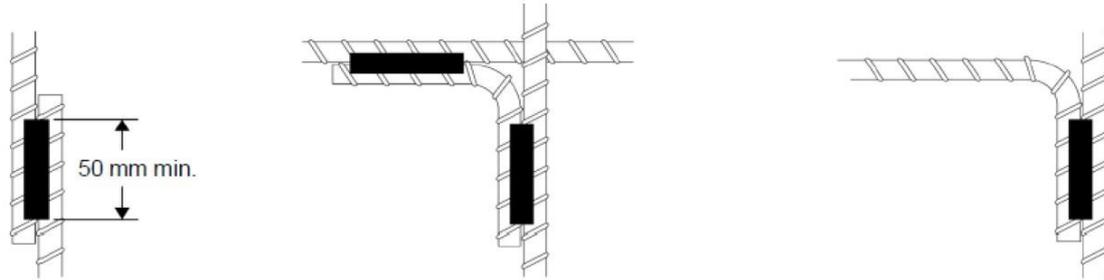
Al fine di consentire il collegamento equipotenziale tra l'armatura di fondazione, il sostegno e l'impianto di terra devono essere previsti almeno 2 giunti di accoppiamento posti lungo la stessa direttrice per le fondazioni dei sostegni tubolari e almeno 1 giunto per fondazioni a piedini separati dei sostegni a traliccio. I giunti di accoppiamento dovranno essere realizzati in accordo alla Norma CEI EN 62305-3 e tali da evitare fenomeni di corrosione.

Non è ammesso portare i ferri di armatura esternamente alla fondazione anche se protetti nella regione di confine con materiali bituminosi o gomme silconiche.

I giunti di interfaccia dovranno essere collegati direttamente al sostegno mediante conduttori di materiale idoneo a non innescare fenomeni di corrosione in relazione al materiale del giunto di interfaccia. La sezione del conduttore di collegamento tra giunto e sostegno non deve essere inferiore a 160 mm².

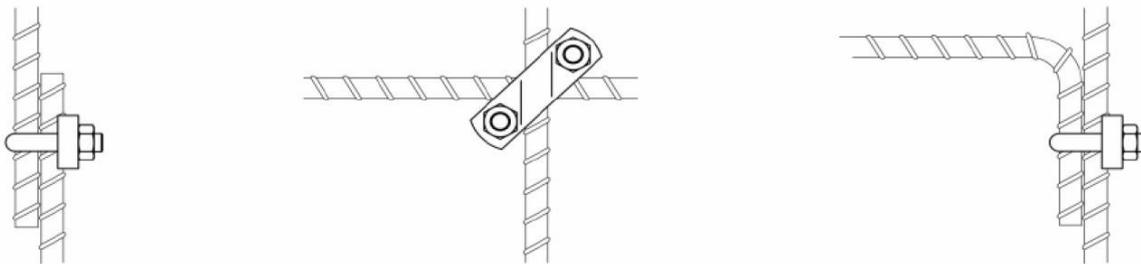
Prima della posa del cemento all'interno dell'armatura è opportuno ai fini della verifica della continuità elettrica dell'armatura stessa verificare che il valore di resistenza sia minore od uguale a 0.2 Ω, in accordo alla Norma DIN 18014.

 3E Ingegneria srl	POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV "SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO" CARATTERISTICHE COMPONENTI				
	OGGETTO / SUBJECT				
	151.21.01.R.07	00	Apr. 2023		66/75
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	



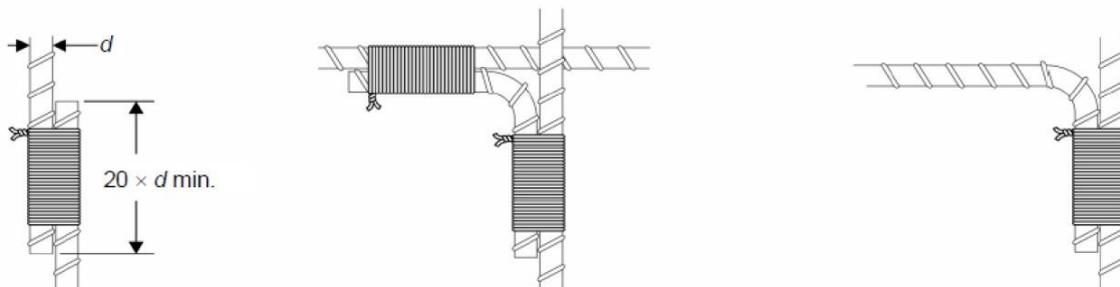
IEC 2663/10

Figure E.5a – Welded joints (suitable for lightning current and EMC purposes)



IEC 2664/10

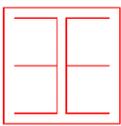
Figure E.5b – Clamped joints to future IEC 62561 (suitable for lightning current and EMC purposes)



IEC 2665/10

Figure E.5c – Bound joints (suitable for lightning current and EMC purposes)

Figura 2 - Metodologie di connessione equipotenziale dei ferri di armatura ammissibili in accordo alla Norma CEI EN 62305-3.



3E Ingegneria srl

POTENZIAMENTO ELETTRORODOTTO 150 kV
"SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO"
CARATTERISTICHE COMPONENTI

Fred. Olsen Renewables

OGGETTO / SUBJECT

151.21.01.R.07

00

Apr. 2023

67/75

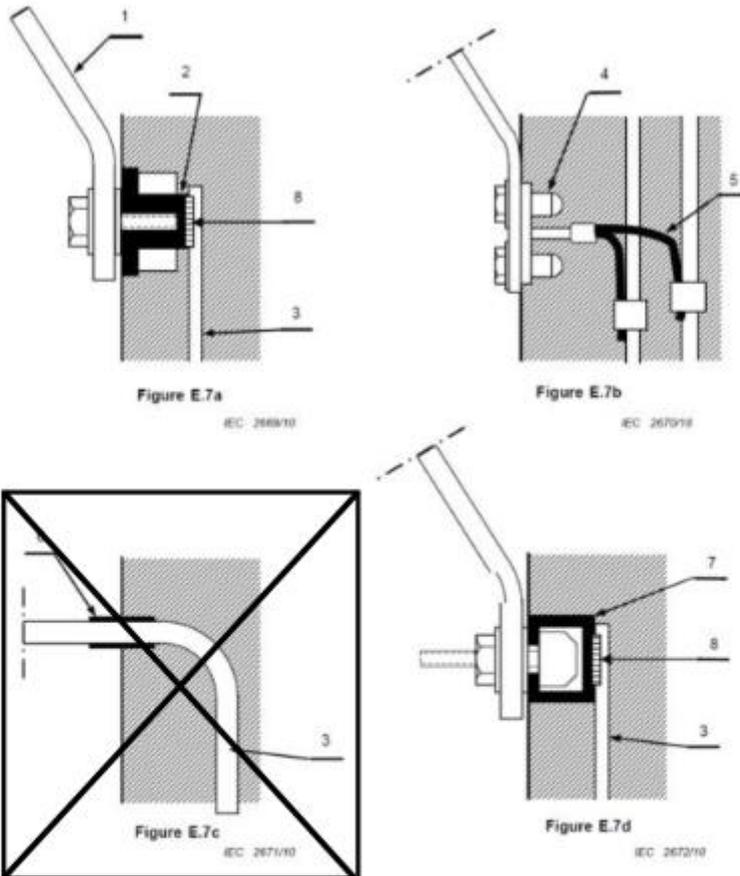
TAG

REV

DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER



Key

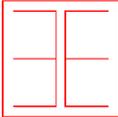
- 1 bonding conductor
- 2 nut welded to steel bonding connector
- 3 steel-bonding connector*
- 4 cast in non ferrous bonding point
- 5 stranded copper bonding connector
- 6 corrosion protection measure
- 7 C-steel (C-shaped mounting bar)
- 8 welding

* The steel-bonding connector is connected at many points by welding or clamping to the steel reinforcing bars.

NOTE Construction shown in Figure E.7c is not a generally accepted solution in terms of good engineering practice.

Figura 3 - Giunti per il collegamento esterno dell'armatura di fondazione in accordo alla Norma CEI EN 62305-3.

Figura 3 - Giunti per il collegamento esterno dell'armatura di fondazione in accordo alla Norma CEI EN 62305-3.

 3E Ingegneria srl	POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV "SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO" CARATTERISTICHE COMPONENTI				
	OGGETTO / SUBJECT				
	151.21.01.R.07	00	Apr. 2023		68/75
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

6 SICUREZZA ELETTRICA

In accordo alla norma CEI EN 50341-1: 2013 il dimensionamento del dispositivo di messa a terra deve essere condotto anche con riferimento alla sicurezza elettrica (per i sostegni non isolanti) se i dintorni del sostegno "sono occupati con frequenza"².

Nel seguito sono riportati, per ciascun dispositivo di messa a terra DDP, i valori delle massime correnti di terra (IE) che garantiscono il rispetto della tensione di contatto ammissibile corrispondente ad una durata del guasto di 0.5 s. Le valutazioni condotte assumono la curva di sicurezza tempo – tensione della norma CEI EN 50341-1:2013 che risulta più cautelativa della curva di sicurezza della Norma CEI EN 50522:

$$U_D(0.5 s) \leq 204 V$$

Le analisi sono state inoltre condotte considerando il contributo delle fondazioni dei sostegni.

In accordo alle considerazioni sopra riportate, le correnti di terra massime calcolate garantiscono, quindi, il rispetto della tensione di contatto ammissibile ad un metro³ dalle masse del sostegno, ovvero ad un metro dal perimetro di base del sostegno.

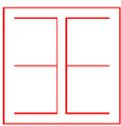
Per le situazioni dove è ragionevole ipotizzare che la gente indossi le scarpe, è possibile considerare la presenza delle resistenze addizionali delle calzature ai fini della valutazione della sicurezza elettrica. Sono state quindi analizzate due condizioni di sicurezza elettrica corrispondenti a provvedimenti addizionali incrementali.

Laddove sia necessario il rispetto delle tensioni di passo e contatto, per tali tensioni devono essere previste delle misure al termine dell'installazione.

Durata del guasto, t_F s	Tensione di contatto ammissibile, U_{Tp} V
0,05	735
0,10	633
0,20	528
0,50	204
1,00	107
2,00	90
5,00	81
10,00	80

Tabella 2 - Tensione di contatto ammissibile in funzione della durata del guasto ed in assenza di resistenze addizionali (CEI EN 50341-1:2013).

² "Sono considerati e devono essere esaminati dettagliatamente i casi dei sostegni collocati dove la gente può accedere liberamente e dove ci si può attendere che essa permanga per un tempo relativamente lungo (qualche ora al giorno), o per breve tempo ma molto frequentemente (molte volte al giorno), ad esempio vicino alle aree residenziali o ai campi di gioco. Non è necessario considerare i casi dove le aree vengono occupate occasionalmente quali boschi, luoghi in aperta campagna, ecc.." (CEI EN 50341-1: 2013 § 6.4.3).



3E Ingegneria srl

POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV
"SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO"
CARATTERISTICHE COMPONENTI

 Fred. Olsen Renewables

OGGETTO / SUBJECT

151.21.01.R.07

00

Apr. 2023

69/75

TAG

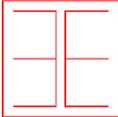
REV

DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER

³ La metodologia di misura delle tensioni di contatto secondo la norma CEI EN 50341-1: 2013 § H.4.2 prevede il posizionamento degli elettrodi atti a simulare i piedi del corpo umano ad una distanza di un metro dal sostegno.

 3E Ingegneria srl	POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV "SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO" CARATTERISTICHE COMPONENTI				
	OGGETTO / SUBJECT				
	151.21.01.R.07	00	Apr. 2023	70/75	
	TAG	REV	DATE	PAG / TOT	
					CLIENTE / CUSTOMER

Condizione A)

La suddetta condizione considera la presenza di resistenze aggiuntive delle calzature; la resistenza della singola calzatura è stata assunta pari a 2000 Ω. I massimi valori di corrente di terra tali da garantire la condizione $U_D(0.5 s) \leq 204 V$ sono riportati nella seguente tabella

ρ [Ωm]	Massime correnti di terra IE [A]						
	DDP0	DDP1	DPP2	DPP3	DDP4	DDP5	DDP6
50	5680	9680	15600	21800	30680	40000	47320
150	2000	3480	5680	7940	11320	15000	17840
300	1080	1920	3140	4330	6240	8320	9920
600	640	1120	1860	2580	3700	4920	5880
1300	400	700	1160	1620	2300	3080	3700
2000	330	580	940	1320	1900	2520	3020

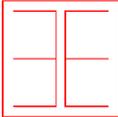
Tabella 3 – Massime correnti di terra ai fini della verifica della tensione di contatto ($U_D(0.5) \leq 204 V$),

Condizione B)

La suddetta condizione considera la presenza di resistenze aggiuntive delle calzature e la presenza di uno strato superficiale ad elevata resistività. Nel caso specifico, si considera la presenza di uno strato di asfalto con spessore pari 5 cm e resistività di 10 kΩm che si estende fino ad un metro dalle masse accessibili del sostegno. Questa condizione è verificata quando viene installato il manufatto di fondazione per la protezione dai danneggiamenti meccanici (riportato nella Figura 4). La resistenza della singola calzatura è stata assunta pari a 2000 Ω. I massimi valori di corrente di terra tali da garantire la condizione $U_D(0.5 s) \leq 204 V$ sono riportati nella seguente tabella

ρ [Ωm]	Massime correnti di terra IE [A]						
	DDP0	DDP1	DPP2	DPP3	DDP4	DDP5	DDP6
50	26440	44800	72400	101400	142800	186400	220000
150	8800	15320	24960	34840	49520	65680	78000
300	4480	7760	12680	17680	25240	33560	40000
600	2280	3960	6480	9040	12920	17240	20600
1300	1080	1920	3140	4380	6240	8360	10000
2000	740	1300	2140	2980	4240	5680	6800

Tabella 4 – Massime correnti di terra ai fini della verifica della tensione di contatto in funzione della resistività del suolo ed in presenza delle resistenze aggiuntive delle calzature (2000 Ω per calzatura) e presenza di uno strato di asfalto con spessore pari 5 cm e resistività di 10 kΩm. ($U_D(0.5) \leq 204 V$)

 3E Ingegneria srl	POTENZIAMENTO ELETTRORODOTTO 150 kV "SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO" CARATTERISTICHE COMPONENTI				
	OGGETTO / SUBJECT				
	151.21.01.R.07	00	Apr. 2023	71/75	
	TAG	REV	DATE	PAG / TOT	
					CLIENTE / CUSTOMER

Condizione C)

Per situazioni quali campi di gioco, spiagge, piscine, aree di campeggio, aree per lo svago ed altre situazioni simili dove la gente può accedere a piedi nudi, non si considera alcuna resistenza aggiuntiva al corpo umano.

Le tabelle riportate ai punti A) e B) precedenti non sono quindi applicabili ed è necessaria una valutazione sito-specifica.

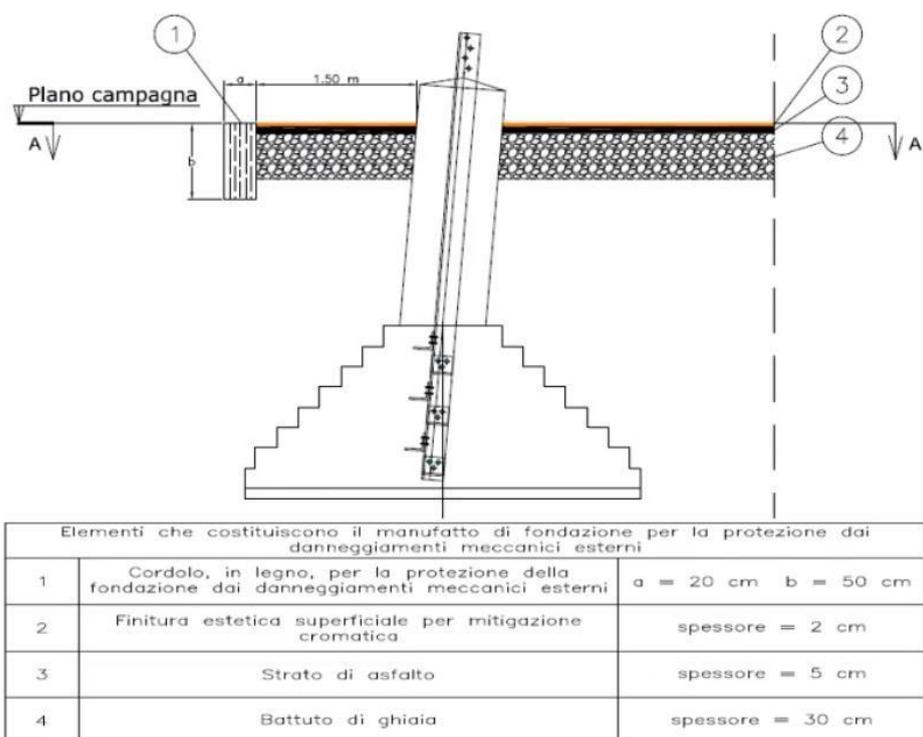


Figura 4 Schematico fondazione troncopiramidale per sostegni a traliccio a piedini separati, tipo CR, completa di manufatto di fondazione per la protezione dai danneggiamenti meccanici esterni.

 3E Ingegneria srl	POTENZIAMENTO ELETTRORODOTTO 150 kV "SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO" CARATTERISTICHE COMPONENTI				
	OGGETTO / SUBJECT				
	151.21.01.R.07	00	Apr. 2023		72/75
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

7 CALCOLO DELLA CORRENTE DI TERRA IE

La corrente dispersa dall'impianto di terra IE è in genere una frazione della corrente di guasto. Per il calcolo della massima corrente omopolare di guasto si dovranno considerare i seguenti guasti

- guasto monofase a terra in reti con neutro efficacemente a terra e con $Z_0 > Z_d$;
- guasto bifase a terra in reti con neutro efficacemente a terra e con $Z_0 < Z_d$;
- Per sistemi a neutro isolato o compensato, il caso con la maggiore corrente dispersa dall'impianto di terra dei sostegni è quello di guasto cross-country, ossia con scarica di due diverse fasi su due diversi tralicci della linea, anche adiacenti.

I valori della massima corrente omopolare per guasto monofase o bifase a terra vanno forniti, per i sostegni in oggetto, dalle strutture di dispacciamento.

Per valutare la corrente dispersa dall'impianto di terra a partire dalla massima corrente omopolare di guasto, è possibile adottare coefficienti di riduzione per tenere in conto della quota parte di corrente che si richiude sulle funi di guardia.

$$I_E = 3I_0 \cdot r$$

Per il calcolo del coefficiente di riduzione r , si può far riferimento alla norma tecnica CEI EN 50341-1.

Alternativamente è possibile utilizzare software specialistici.

 3E Ingegneria srl	POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 kV "SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO" CARATTERISTICHE COMPONENTI				
	OGGETTO / SUBJECT				
	151.21.01.R.07	00	Apr. 2023		73/75
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

8 POTENZIALI TRASFERITI

8.1 Interferenze con impianti di bassa tensione esterni ai dispositivi di messa a terra DDP

In accordo alla Norma CEI EN 50522, assumendo una durata del guasto non superiore a 5 s, occorre garantire un **Earth Potential Rise (EPR)** minore o uguale a $1200 \sqrt{t}$ ⁽⁴⁾.

Il progettista è quindi tenuto a verificare che non siano presenti impianti di bassa tensione all'interno dell'isolinea 1200 V. La suddetta isolina dal sostegno può essere stimata in accordo alla seguente espressione valida ad una distanza significativamente maggiore della dimensione dell'impianto di terra (condizione per la quale le superfici equipotenziali del campo di corrente possono considerarsi superfici emisferiche):

$$d_{1200V} = \frac{\rho_E}{2\pi} \cdot \frac{I_E}{1200 V}$$

essendo:

- ρ_E : resistività elettrica del terreno, [Ωm];
- I_E : corrente di terra, [A];
- d : distanza tra il sostegno e l'isolina 1200 V, [m].

8.2 Potenziali trasferiti su masse estranee

La presenza di masse estranee all'interno della zona di influenza dell'impianto di terra può dare luogo a tensioni di contatto pericolose in prossimità delle masse estranee quando il dispersore è chiamato a drenare la corrente di terra I_E .

La valutazione dell'accoppiamento conduttivo tra i dispositivi di messa a terra DDP ed eventuali masse estranee risulta di difficile generalizzazione, in quanto dipende dalle caratteristiche della massa estranea (tubazione interrata, recinzione metallica, pali dell'illuminazione pubblica), dalla resistività del terreno e dalla corrente dispersa.

9.2.1 Masse estranee puntiformi o di limitata estensione, non collegate ad altri impianti di terra

Per le masse puntiformi o di limitata estensione non collegate ad impianti di terra, quali per esempio pali dell'illuminazione pubblica (se collegati singolarmente a terra), segnaletiche stradali, pali metallici infissi nel terreno, panchine ecc., la minima distanza tra sostegno e la

massa estranea tale da garantire una tensione di contatto inferiore a $U_d(t_f)$ può essere

$$d_{min} = \sqrt{\frac{\rho_E \cdot I_E \cdot 1 m}{2\pi \cdot U_D(t_f)}}$$

⁴ Per impianti di terze parti non è infatti percorribile la soluzione di interconnessione degli impianti di terra.

 3E Ingegneria srl	POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 KV "SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO" CARATTERISTICHE COMPONENTI				
	OGGETTO / SUBJECT				
	151.21.01.R.07	00	Apr. 2023		74/75
	TAG	REV	DATE		PAG / TOT
				CLIENTE / CUSTOMER	

9.2.2 Masse estranee di tipo lineare o di grande estensione, o collegate ad altri impianti di terra

Per masse estranee di tipo lineare o di grande estensione, o collegate ad altri impianti di terra (es. guard-rail, recinzioni, filari di viti in metallo, paline di illuminazione pubblica collegati ad un impianto di terra remoto ecc.) è necessaria una verifica specifica per mezzo di software specialistici (EarthGrid).

Una prima valutazione può essere condotta verificando che le masse estranee di tipo lineare o di grande estensione o collegate ad altri impianti di terra non ricadano in nessuna parte nella zona di influenza del traliccio, ossia verificando che non siano ubicate ad una distanza dal sostegno inferiore a:

$$d_{min} = \frac{\rho_E}{2\pi} \cdot \frac{I_E}{U_D(t_F)}$$



3E Ingegneria srl

POTENZIAMENTO ELETTRODOTTO 150 KV
"SE SERRAMANNA-CP VILLACIDRO"
CARATTERISTICHE COMPONENTI

Fred. Olsen Renewables

OGGETTO / SUBJECT

151.21.01.R.07

00

Apr. 2023

75/75

TAG

REV

DATE

PAG / TOT

CLIENTE / CUSTOMER



Allegato 1 - Abaco impianti di terra per linee con tensione
nominale inferiore o uguale a 150 kV.

Codifica

LF 92

Rev. 00

Pag. 17 di 19

