

***Razionalizzazione rete in alta tensione nel territorio di Castrovillari***  
***Parti a 150 kV in Doppia Terna***

**PIANO TECNICO DELLE OPERE – PARTE PRIMA**  
**CARATTERISTICHE COMPONENTI**

***Storia delle revisioni***

Rev. 00	del 13/10/2010	PRIMA EMISSIONE
---------	----------------	-----------------



Elaborato		Verificato		Approvato
M. De Marco SRI-PRI-NA	M. Longobardi SRI-PRI-NA	N. Speranza SRI-PRI-NA		Paternò P. SRI-PRI-NA

m010CI-LG001-r02

## 1. CONDUTTORI ED ARMAMENTI

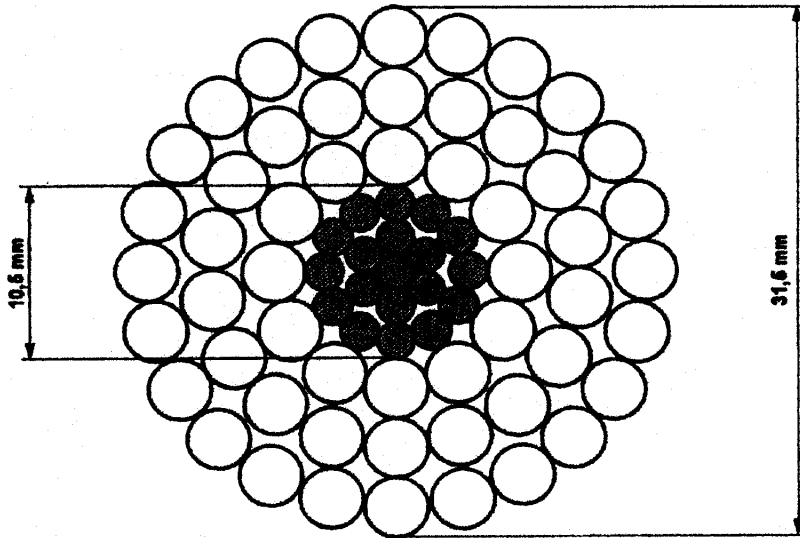
CODIFICA	DATA	OGGETTO
RQUT0000C2	LUG. 2002	Conduttore di energia Alluminio - Acciaio Ø 31,5 mm
LC51	GEN. 1995	Corda di guardia di acciaio rivestito di alluminio Ø 11,5 mm
UX LC59	OTT. 2007	Corda di guardia con 48 fibre ottiche Ø 11,5 mm
UX LJ 1	MAR. 2009	Isolatori cappa e perno Tipo normale in vetro temperato
LJ 2	LUG. 1989	Isolatori cappa e perno Tipo antisale in vetro temperato
LM 21	GIU. 2007	Conduttori All.-Acc Ø 31,5 mm tiro pieno Armamento per sospensione semplice
LM 22	GIU. 2007	Conduttori All.-Acc Ø 31,5 mm tiro pieno Armamento per sospensione doppia
LM 23	GIU. 2007	Conduttori All.-Acc Ø 31,5 mm tiro pieno Armamento per sospensione doppia con doppio morsetto
LM 24	GIU. 2007	Conduttori All.-Acc Ø 31,5 mm tiro pieno Armamento per sospensione con contrappeso
LM 121	GIU. 2007	Conduttori All.-Acc Ø 31,5 mm tiro pieno Armamento per amarro semplice
LM 122	GIU. 2007	Conduttori All.-Acc Ø 31,5 mm tiro pieno Armamento per amarro doppio
LM 133	LUG. 1994	Conduttori All.-Acc Ø 31,5 mm tiro pieno Dispositivo per amarro bilaterale singolo per equipaggiamenti di sospensione ad "I"
LM201	LUG. 1994	Armamento per sospensione della corda di guardia
LM252	LUG. 1994	Armamento per amarro della corda di guardia di acciaio rivestito di alluminio (alumoweld) Ø 11,5 mm
DM205	LUG. 1996	Armamento di sospensione della fune di guardia Ø 11,5 mm incorporante fibre ottiche
DM270	LUG. 1996	Armamento di amarro capolinea della fune di guardia Ø 11,5 mm incorporante fibre ottiche
DM271	LUG. 1996	Armamento di amarro della fune di guardia Ø 11,5 mm incorporante fibre ottiche
DM272	LUG. 1996	Armamento di amarro con isolamento della fune di guardia Ø 11,5 mm incorporante fibre ottiche
DM273	LUG. 1996	Armamento di amarro passante per fune di guardia Ø 11,5 mm incorporante fibre ottiche

## 2. TIPOLOGIA SOSTEGNI

CODIFICA	DATA	OGGETTO
UXLS752	DIC. 2007	Conduttore singolo Ø 31,5mm tiro pieno Sostegno tipo N
UXLS753	DIC. 2007	Conduttore singolo Ø 31,5mm tiro pieno Sostegno tipo M
UXLS754	DIC. 2007	Conduttore singolo Ø 31,5mm tiro pieno Sostegno tipo V
UXLS755	DIC. 2007	Conduttore singolo Ø 31,5mm tiro pieno Sostegno tipo E
P006UE001	SET. 2007	Conduttore singolo Ø 31,5mm tiro pieno Utilizzazione del sostegno E
P006UM001	SET. 2007	Conduttore singolo Ø 31,5mm tiro pieno Utilizzazione del sostegno M
P006UN001	SET. 2007	Conduttore singolo Ø 31,5mm tiro pieno Utilizzazione del sostegno N
P006UV001	SET. 2008	Conduttore singolo Ø 31,5mm tiro pieno Utilizzazione del sostegno V

## 3. FONDAZIONI

CODIFICA	DATA	OGGETTO
150DTINFON	SET. 2010	Fondazioni CR: Tabella delle corrispondenze Sostegni – Monconi - Fondazioni



TIPO CONDUTTORE		C 2/1	C 2/2 (*)
		NORMALE	INGRASSATO
FORMAZIONE	Alluminio	54 x 3,50	54 x 3,50
	Acciaio	19 x 2,10	19 x 2,10
SEZIONI TEORICHE (mm <sup>2</sup> )	Alluminio	519,5	519,5
	Acciaio	65,80	65,80
	Totale	585,30	585,30
TIPO DI ZINCATURA DELL'ACCIAIO		Normale	Maggiorata
MASSA TEORICA (Kg/m)		1,953	2,071(**)
RESISTENZA ELETTR. TEORICA A 20°C (ohm/km)		0,05564	0,05564
CARICO DI ROTTURA (daN)		16852	16516
MODULO ELASTICO FINALE (N/mm <sup>2</sup> )		68000	68000
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE (1/°C)		19,4 x 10 <sup>-6</sup>	19,4 x 10 <sup>-6</sup>

(\*) Per zone ad alto inquinamento salino

(\*\*) Compresa massa grasso pari a 103,39 gr/m.

### 1. Materiale:

Mantello esterno in Alluminio ALP E 99,5 UNI 3950

Anima in acciaio a zincatura normale tipo 170 (CEI 7-2), zincato a caldo

Anima in acciaio a zincatura maggiorata tipo 3 secondo prescrizioni ENEL DC 3905 Appendice A

### 2. Prescrizioni:

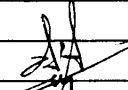
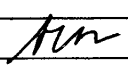
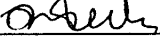
Per la costruzione ed il collaudo: DC 3905

Per le caratteristiche dei prodotti di protezione: prEN50326

Per le modalità di ingrassaggio: EN50182

### 3. Imballo e pezzature:

Bobine da 2.000 m (salvo diversa prescrizione in sede di ordinazione)

00	21-01-2002	PRIMA EMISSIONE	RIS/IML	RIS/IML		RIS/IML
01	25-07-2002	Aggiornata massa conduttore ingrassato				
			G. D'Amrosia	A. Posati		R. Rendina
Rev.	Data	Descrizione della revisione	Elaborato	Verificato	Collaborazioni	Approvato
Sostituisce il :						

**4. Unità di misura:**

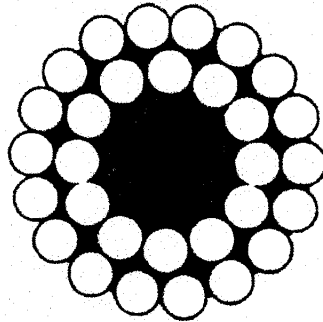
L'unità di misura con la quale deve essere espressa la quantità del materiale è la massa in chilogrammi (Kg)

**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  $0,87 \text{ gr/cm}^3$ , calcolata secondo la norma EN 50182 dovrà essere pari a 103,39 gr/m.



Cfr. 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.

UNIFICAZIONE

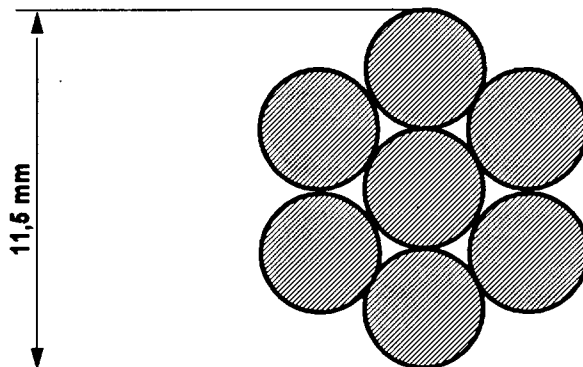
**ENEL**

**CORDA DI GUARDIA  
DI ACCIAIO RIVESTITO DI ALLUMINIO Ø 11,5**

31 75 A

**LC 51**

Gennaio 1995  
Ed. 7 - 1/1



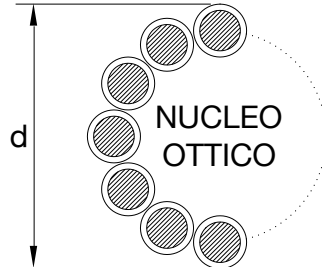
N. MATRICOLA	31 75 03
--------------	----------

<b>FORMAZIONE</b>	<b>7 x 3,83</b>
<b>SEZIONE TEORICA (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>80,65</b>
<b>MASSA TEORICA (kg/m)</b>	<b>0,537</b>
<b>RESISTENZA ELETTR. TEORICA A 20 °C (Ω/km)</b>	<b>1,062</b>
<b>CARICO DI ROTTURA (daN)</b>	<b>9000</b>
<b>MODULO ELASTICO FINALE (N/mm<sup>2</sup>)</b>	<b>155000</b>
<b>COEFFICIENTE DI DILATAZIONE (1°C)</b>	<b>13 x 10<sup>-6</sup></b>

- 1 - Materiale: acciaio rivestito di alluminio (CEI 7-11)
- 2 - Prescrizioni per la costruzione ed il collaudo: DC 3908
- 3 - Prescrizioni per la fornitura: DC 3911
- 4 - Imballo e pezzature: bobine da 2.000 m (salvo diversa prescrizione in sede di ordinazione)
- 5 - L'unità di misura con la quale deve essere espressa la quantità del materiale è la massa in chilogrammi (Kg)

Descrizione ridotta:

C	O	R	D	A	A	C	C	R	I	V	A	L	L	D	I	A	M	1	1	,	5	U	E
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---



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 <sup>2</sup> )	≥ 10000		
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE TERMICA	(1/°C)	≤ 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)	≤ 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	

1. Prescrizioni per la costruzione ed il collaudo: C3907.
2. Prescrizioni per la fornitura: C3911.
3. Imballo e pezzature: bobine da 4000 m (salvo diversa prescrizione in sede di ordinazione).
4. Unità di misura: la quantità del materiale deve essere espressa in m.
5. Sigillatura: eseguita mediante materiale termoresistente e autovulcanizzante.

*Descrizione ridotta:*

**C O R G U A R A C S 4 8 x F I B R O T T 1 1 , 5**

*Matricola SAP:*

**1 0 1 1 9 1 6**

**Storia delle revisioni**

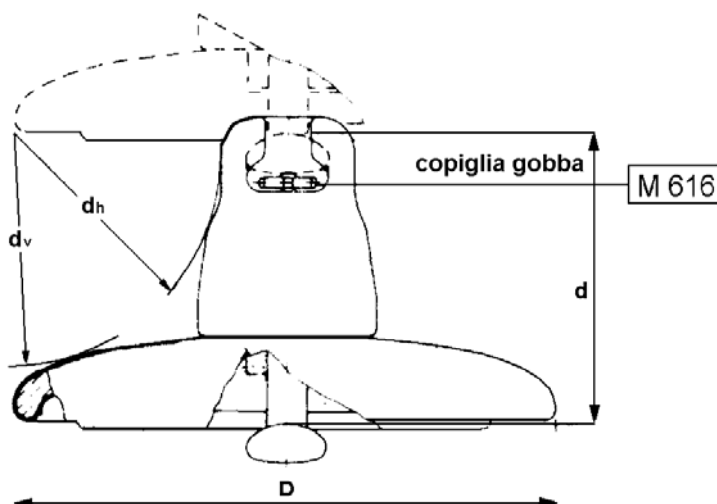
Rev. 00	del 08/10/2007	Prima emissione.
---------	----------------	------------------

Elaborato	Verificato	Approvato
S. Tricoli ING-ILC	A. Posati ING-ILC	R. Rendina ING-ILC

m05IO001SQ-r00

Questo documento contiene informazioni di proprietà Terna SpA e deve essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. È vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l'esplicito consenso di Terna SpA.





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

1. Materiale: parte isolante in vetro sodocalcico temprato; cappa in ghisa malleabile (UNI EN 1562) zincata a caldo; perno in acciaio al carbonio (UNI EN 10083-1) zincato a caldo; coppiglia in acciaio inossidabile.
2. 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.
3. 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
4. Prescrizioni per la costruzione ed il collaudo: J 3900.
5. Prescrizioni per la fornitura: J 3901 per quanto applicabile.
6. Tensione di tenuta alla perforazione elettrica f.i.: in olio, 80 kV eff. (J1/1, J1/2); 100 kV eff. (J1/3, J1/4, J1/5, J1/6).
7. 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).
8. L'unità di misura con la quale deve essere espressa la quantità di materiale è il numero di esemplari: n.

**Storia delle revisioni**

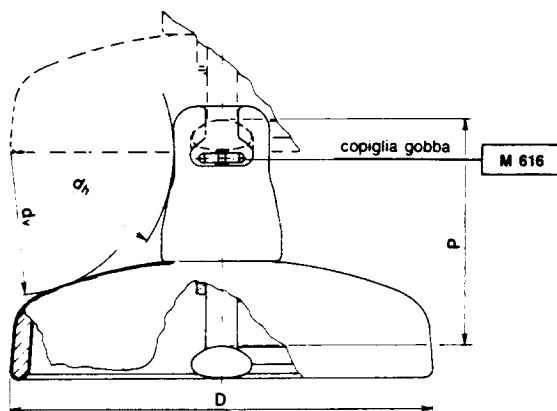
Rev. 00	del 03/04/2009	Prima emissione. Sostituisce la J1 Rev.07.
---------	----------------	--

Elaborato	Verificato	Approvato
M. Meloni ING-ILC-COL	A.Posati ING-ILC-COL	<b>R.Rendina</b> ING-ILC

m05IO001SQ-r01

Questo documento contiene informazioni di proprietà Terna SpA e deve essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. È vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l'esplicito consenso di Terna SpA.

UNIFICAZIONE

**ENEL****ISOLATORI CAPPA E PERNO DI TIPO ANTISALE  
IN VETRO TEMPRATO****30 24 B****LJ 2**Luglio 1989  
Ed. 6 - 1/1

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
$d_h$ nominale minimo	(mm)	75	75	90	90
$d_v$ 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
Salinità di tenuta (**)	(Kg/m <sup>3</sup> )	56	56	56	56

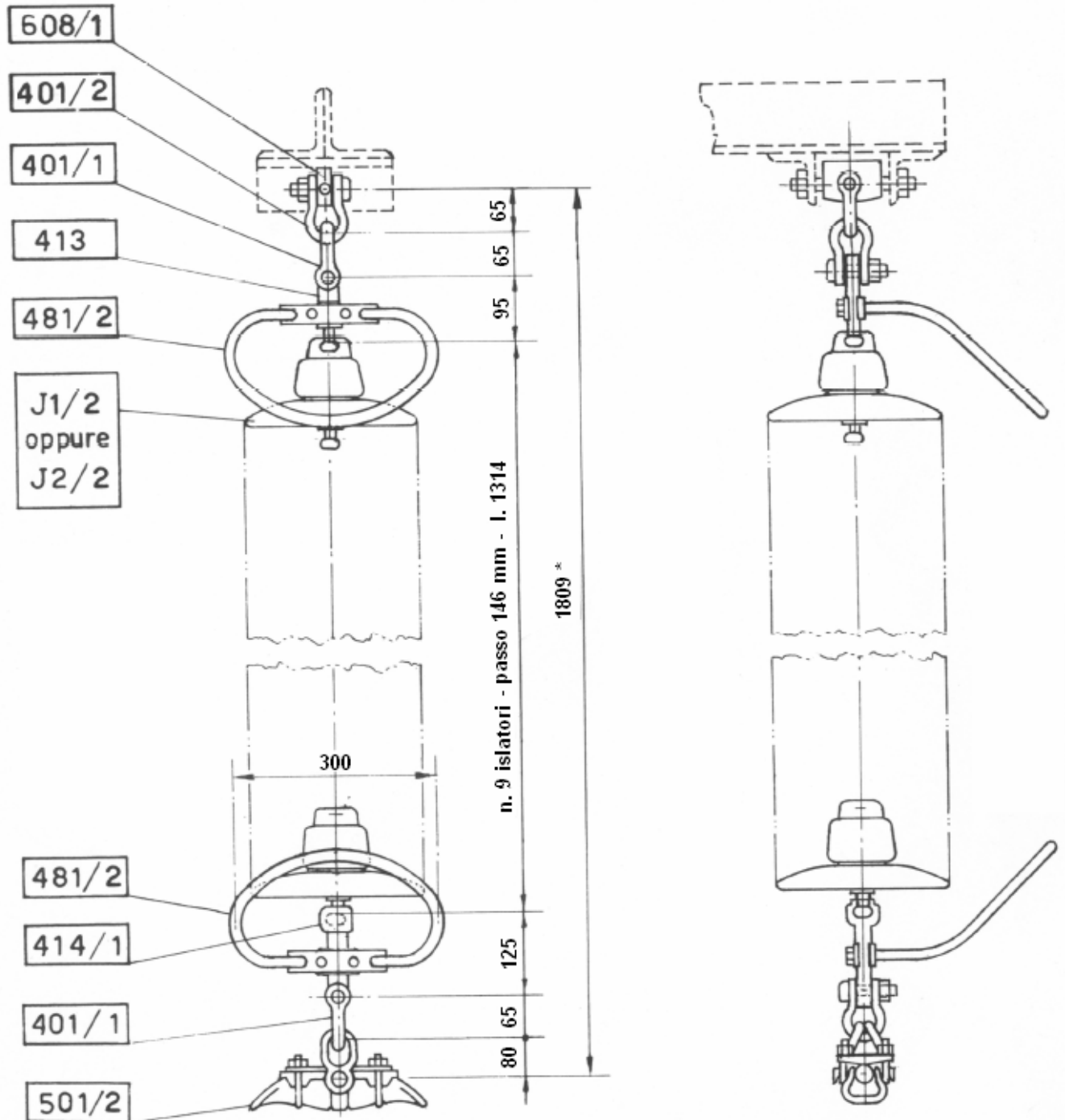
(\*) In alternativa a questo tipo può essere impiegato il tipo J 4 in porcellana.

1. Materiale: parte isolante in vetro sodocalcico temprato; cappa in ghisa malleabile (UNI ISO 5922) zincata a caldo; perno in acciaio al carbonio (UNI 7845-7874) zincato a caldo; copiglia in acciaio inossidabile.
2. 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.
3. 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.
4. Prescrizioni per la costruzione ed il collaudo: DJ 3900.
5. Prescrizioni per la fornitura: DJ 3901.
6. Tensione di tenuta alla perforazione elettrica a f.i.: in olio, 80 kV eff. (J 2/1, J 2/2); 100 kV eff. (J 2/3, J 2/4).
7. 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).
8. 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:

I S O L A T O R E   A N T I S   V E T R O   C A P E R N O   2 1 0 K N   U E



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

Riferimento: C2

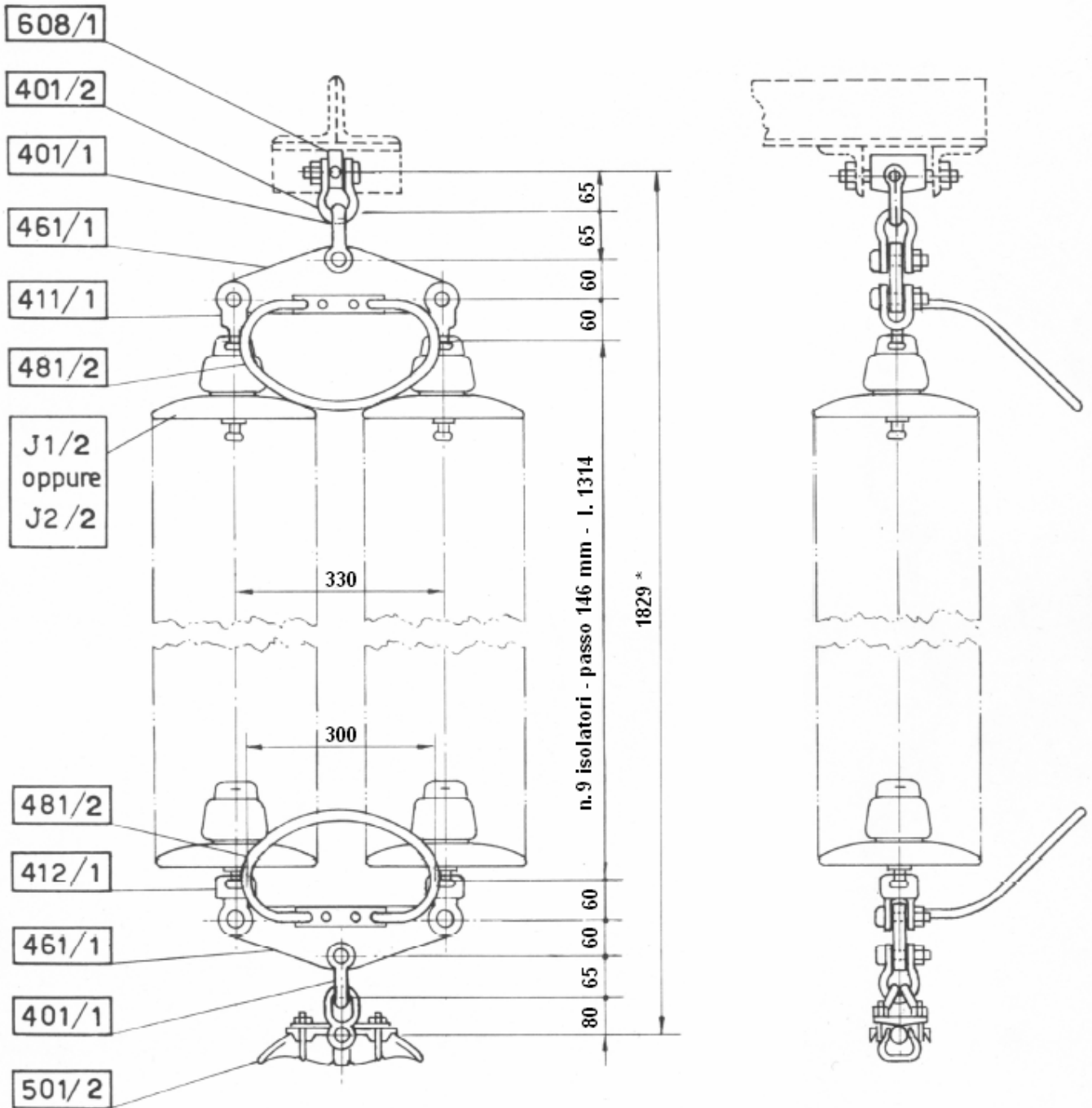
**Storia delle revisioni**

Rev. 00	del 29/06/2007	Prima emissione.
---------	----------------	------------------

Elaborato		Verificato		Approvato
G. Lavecchia		A. Posati	S. Tricoli	R. Rendina
ING-ILC-COL		ING-ILC-COL	ING-ILC-COL	ING-ILC

m0510001SQ-r00

Questo documento contiene informazioni di proprietà Terna SpA e deve essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. È vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l'esplicito consenso di Terna SpA.



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

Riferimento: C2

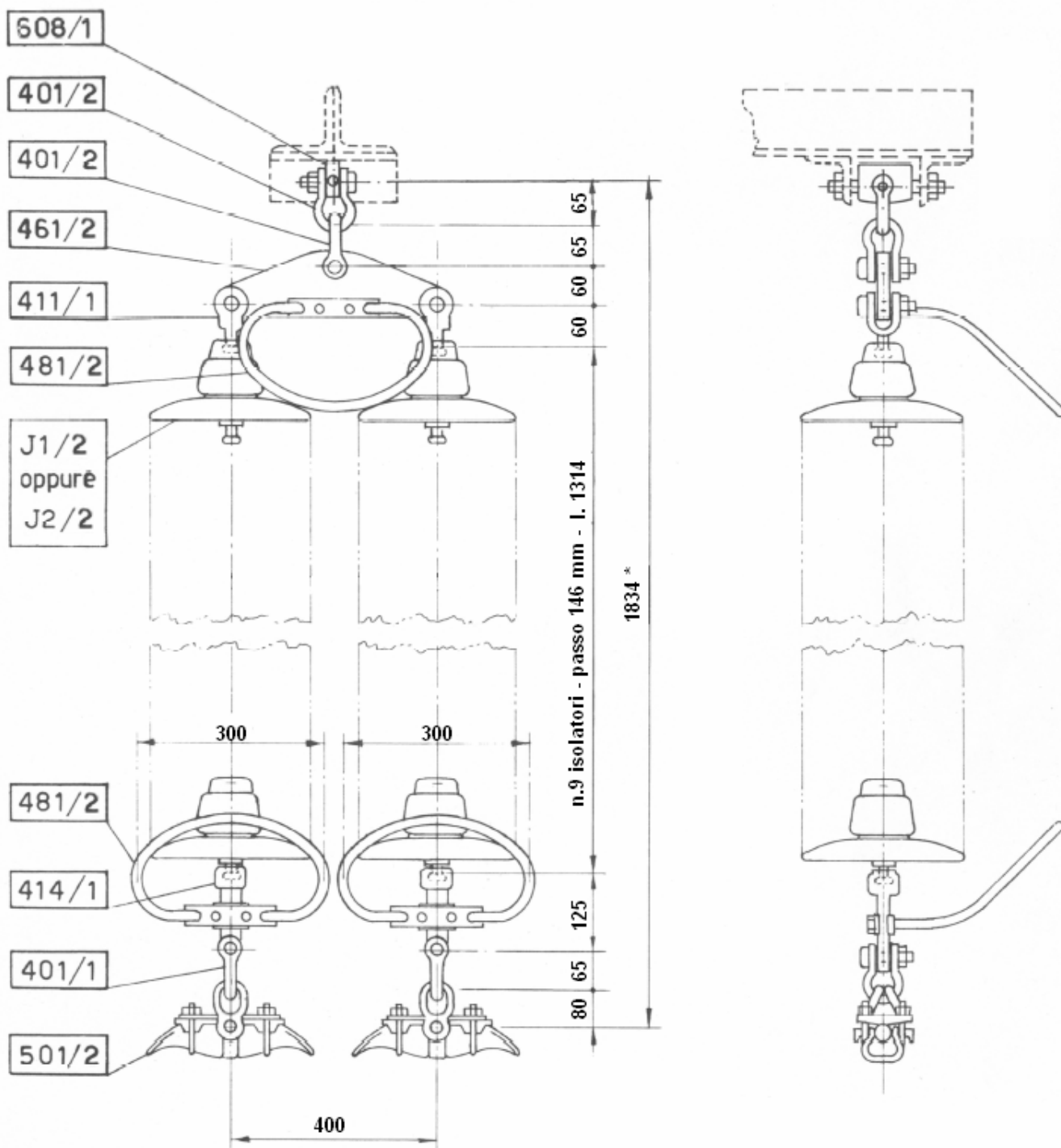
**Storia delle revisioni**

Rev. 00	del 29/06/2007	Prima emissione.
---------	----------------	------------------

Elaborato		Verificato		Approvato
G. Lavecchia		A. Posati	S. Tricoli	R. Rendina
ING-ILC-COL		ING-ILC-COL	ING-ILC-COL	ING-ILC

m051O001SQ-r00

Questo documento contiene informazioni di proprietà Terna SpA e deve essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. È vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l'esplicito consenso di Terna SpA.



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

Riferimento: C2

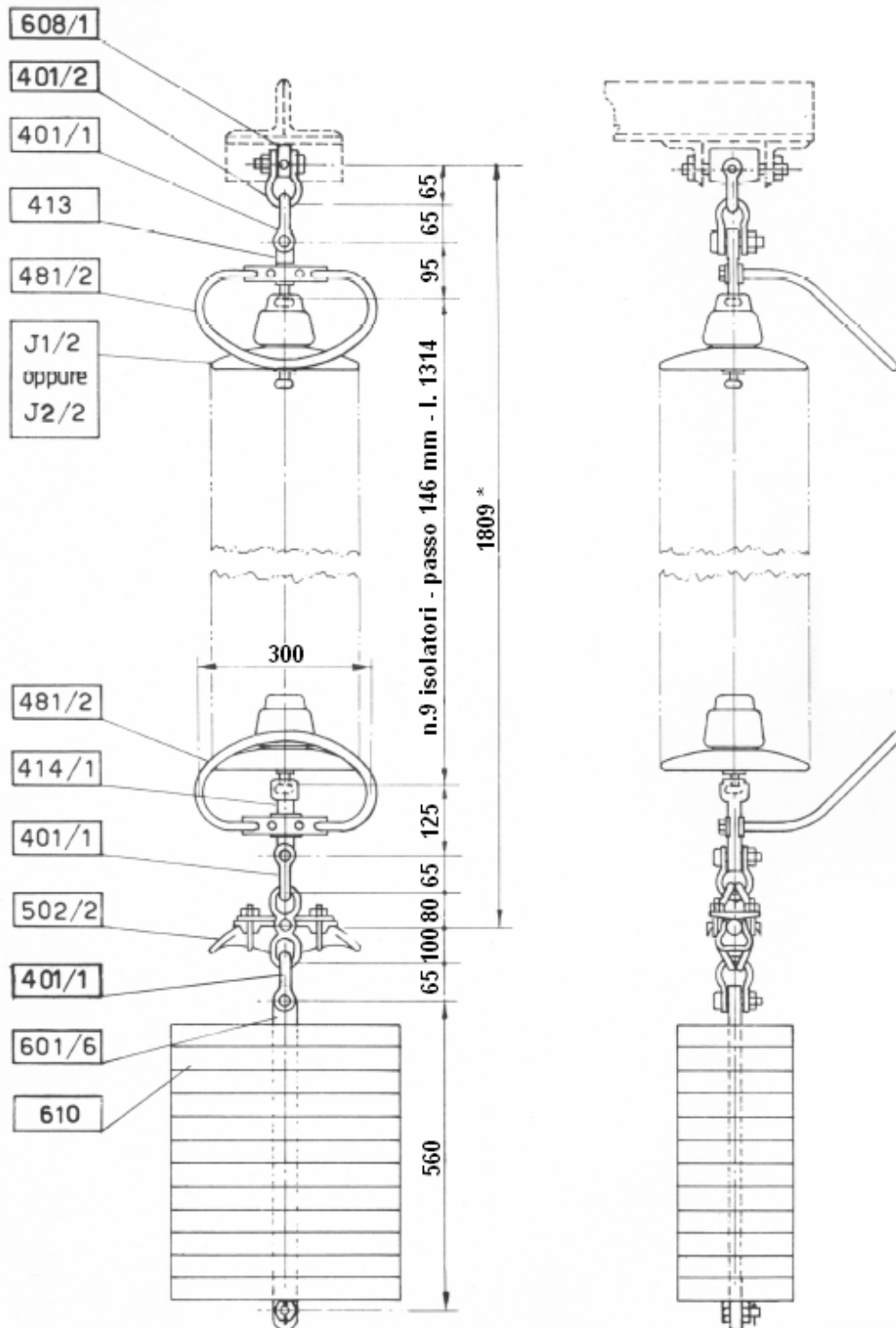
**Storia delle revisioni**

Rev. 00	del 29/06/2007	Prima emissione.
---------	----------------	------------------

Elaborato		Verificato		Approvato
G. Lavecchia		A. Posati	S. Tricoli	R. Rendina
ING-ILC-COL		ING-ILC-COL	ING-ILC-COL	ING-ILC

m0510001SQ-r00

Questo documento contiene informazioni di proprietà Terna SpA e deve essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. È vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l'esplicito consenso di Terna SpA.



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

Riferimento: C2

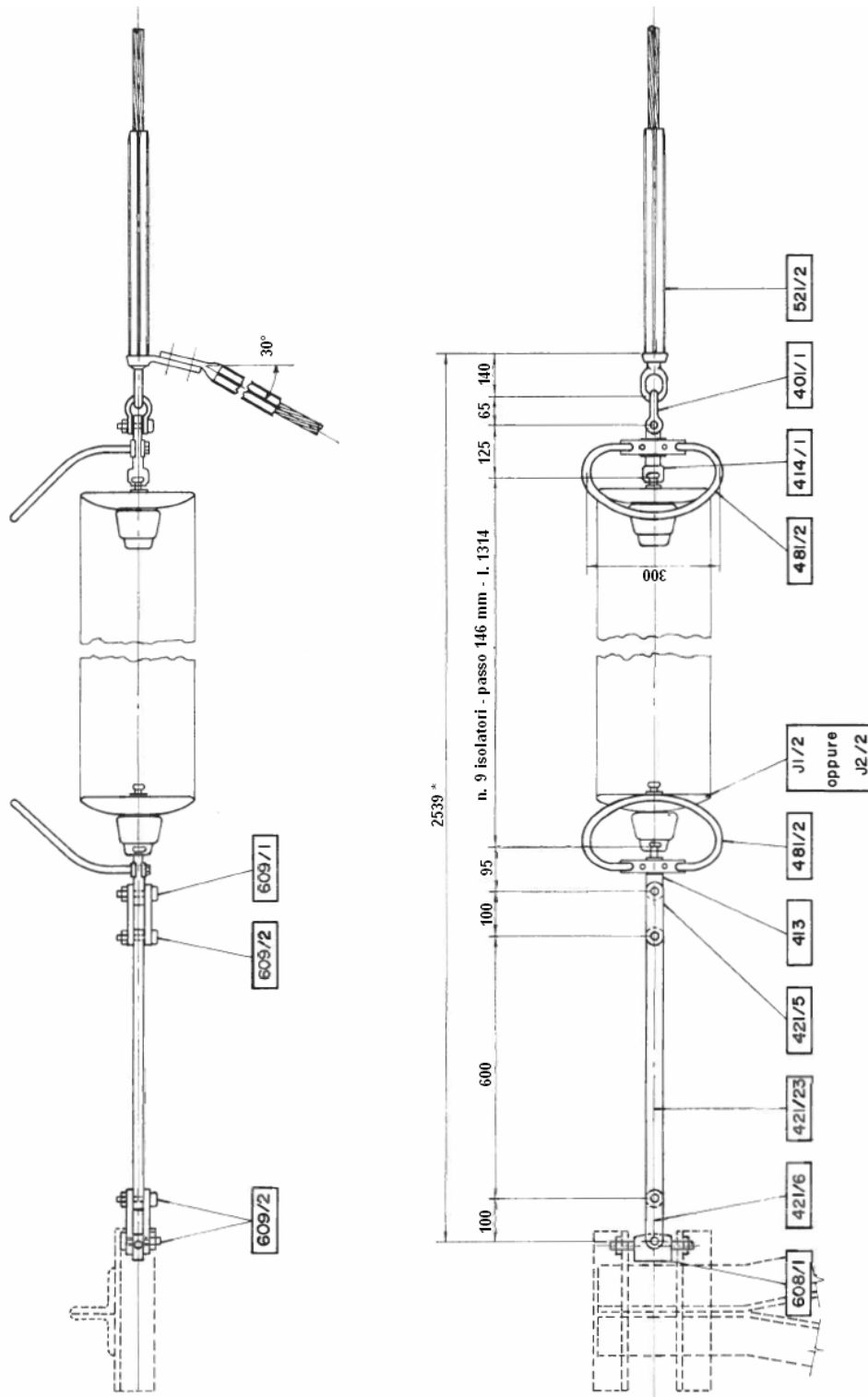
**Storia delle revisioni**

Rev. 00	del 29/06/2007	Prima emissione.
---------	----------------	------------------

Elaborato		Verificato		Approvato
G. Lavecchia	ING-ILC-COL	A. Posati	ING-ILC-COL	S. Tricoli
				ING-ILC-COL
				<b>R. Rendina</b>
				<b>ING-ILC</b>

m0510001SQ-r00

Questo documento contiene informazioni di proprietà Terna SpA e deve essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. È vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l'esplicito consenso di Terna SpA.



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

Riferimento C2

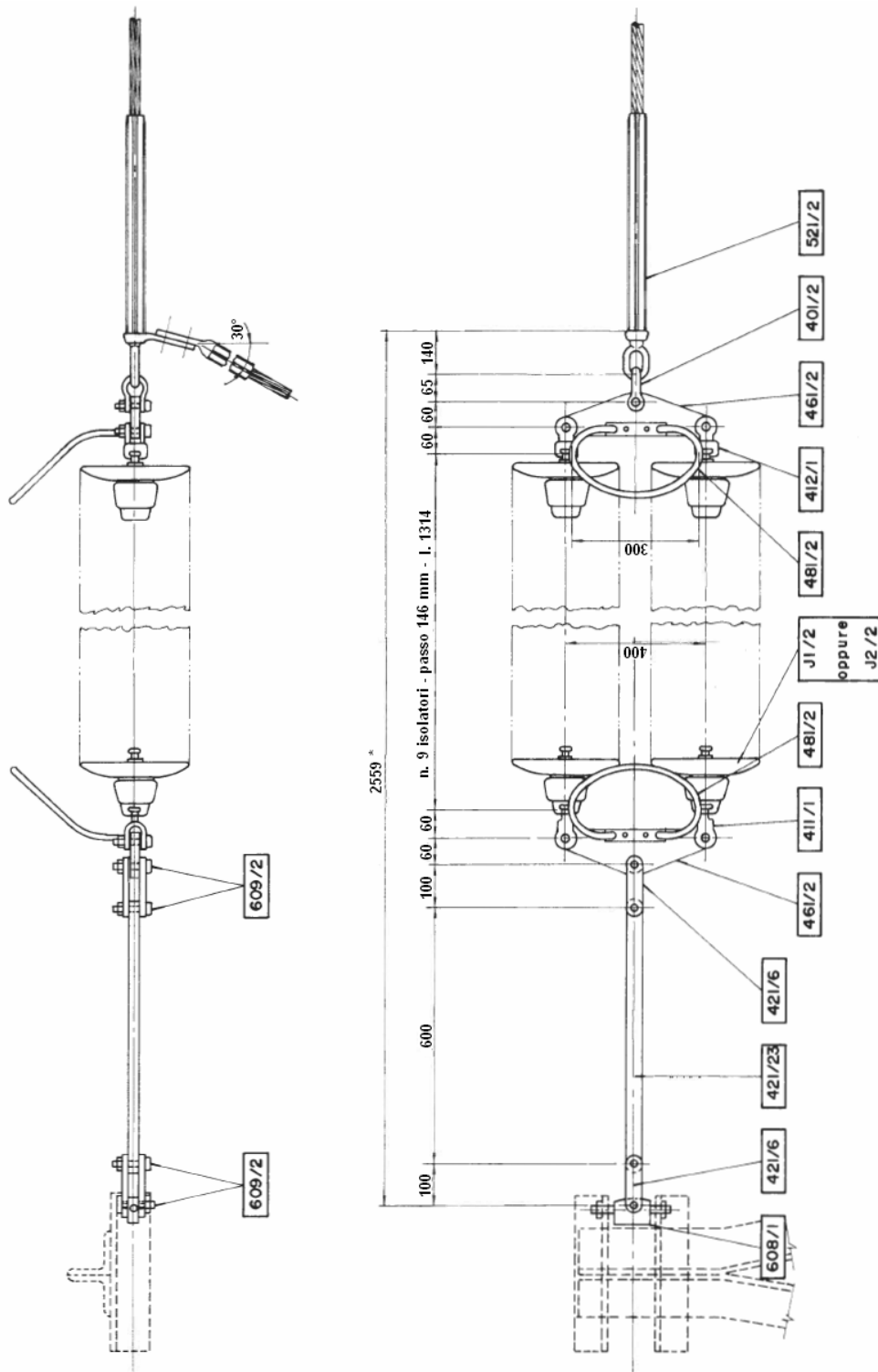
**Storia delle revisioni**

Rev. 00	del 29/06/2007	Prima emissione.
---------	----------------	------------------

Elaborato		Verificato		Approvato
G. Lavecchia		A. Posati	S. Tricoli	R. Rendina
ING-ILC-COL		ING-ILC-COL	ING-ILC-COL	ING-ILC

m0510001SQ-r00

Questo documento contiene informazioni di proprietà Terna SpA e deve essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. È vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l'esplicito consenso di Terna SpA.



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

Riferimento C2

**Storia delle revisioni**

Rev. 00	del 29/06/2007	Prima emissione.
---------	----------------	------------------

Elaborato		Verificato		Approvato
G. Lavecchia		A. Posati	S. Tricoli	R. Rendina
ING-ILC-COL		ING-ILC-COL	ING-ILC-COL	ING-ILC

m051O001SQ-r00

Questo documento contiene informazioni di proprietà Terna SpA e deve essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. È vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l'esplicito consenso di Terna SpA.



UNIFICAZIONE

**ENEL**

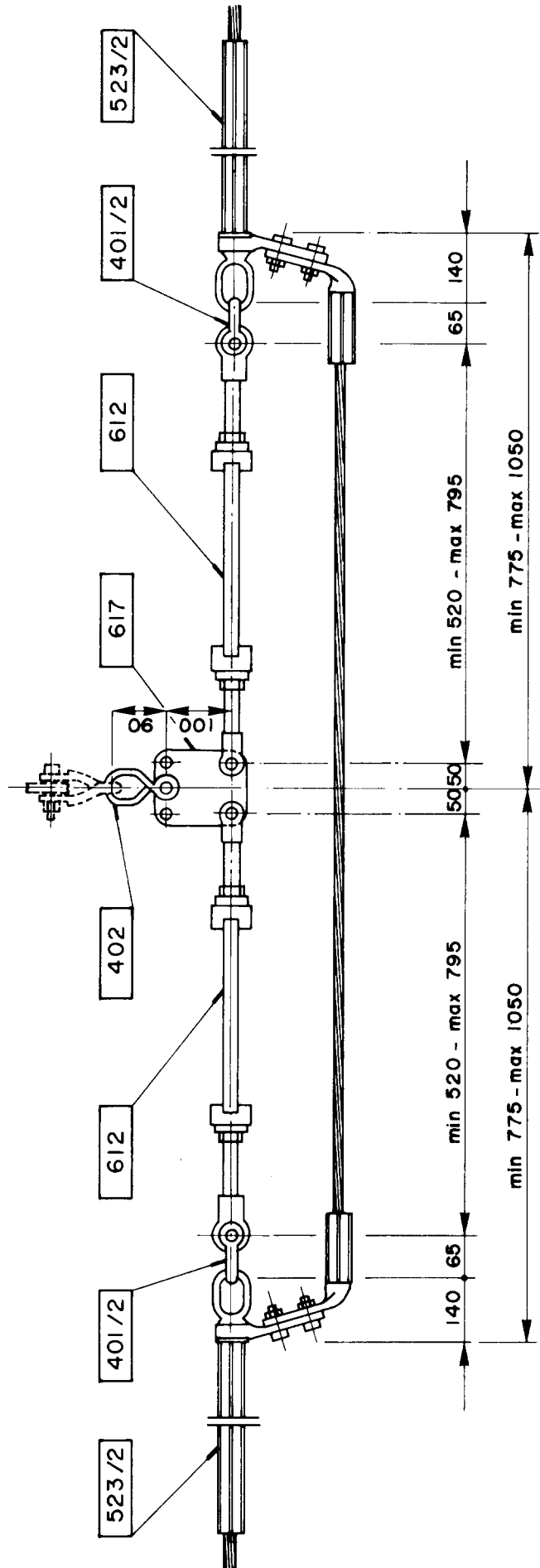
DISPOSITIVO PER AMARRO BILATERALE SINGOLO  
PER EQUIPAGGIAMENTI DI SOSPENSIONE A "I"  
CONDUTTORE IN ALL. - ACC. Ø 31,5

25 XX AQ

**LM 133**

Luglio 1994  
Ed.3 - 1/1

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



Riferimento: C2

UNIFICAZIONE

**ENEL**

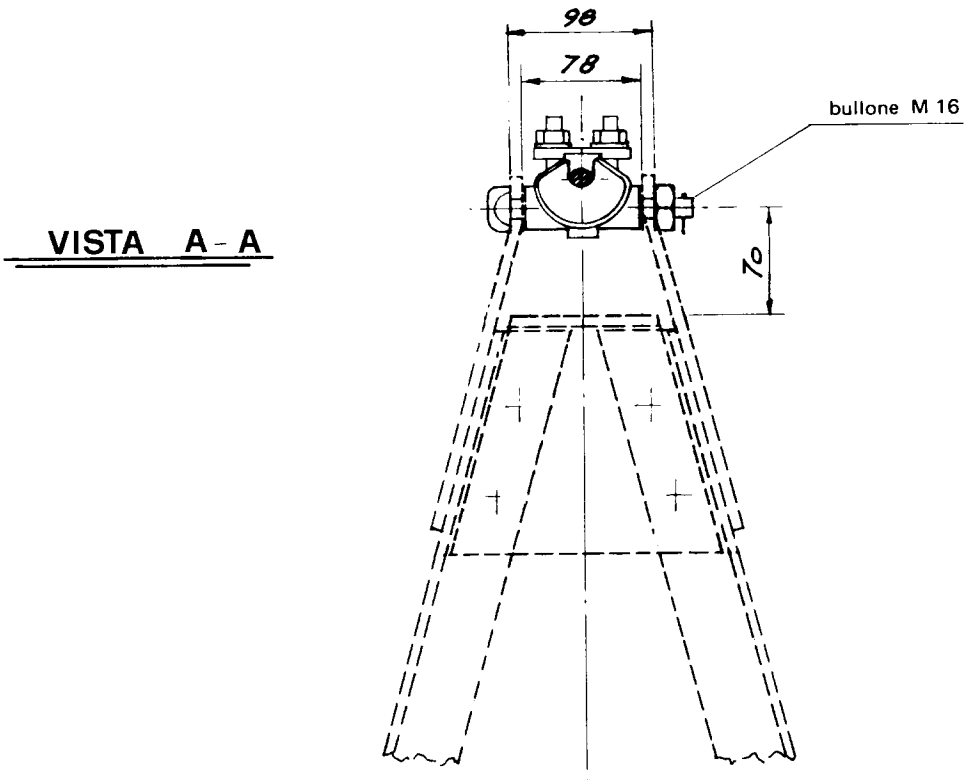
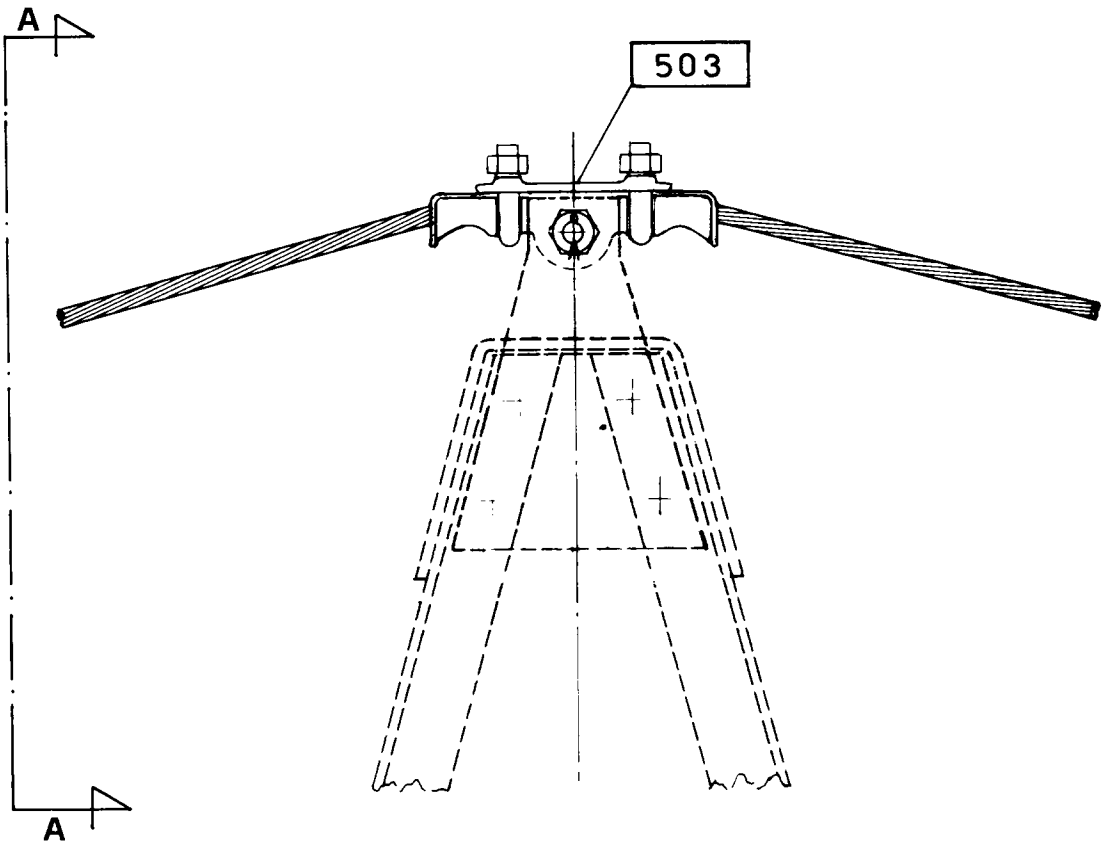
LINEE A 132 - 150 - 220 kV  
ARMAMENTO PER SOSPENSIONE DELLA CORDA DI GUARDIA

25 XX BB

**LM 201**

Luglio 1994  
Ed. 4 - 1/1

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



Riferimenti: C21, C23, C51

UNIFICAZIONE

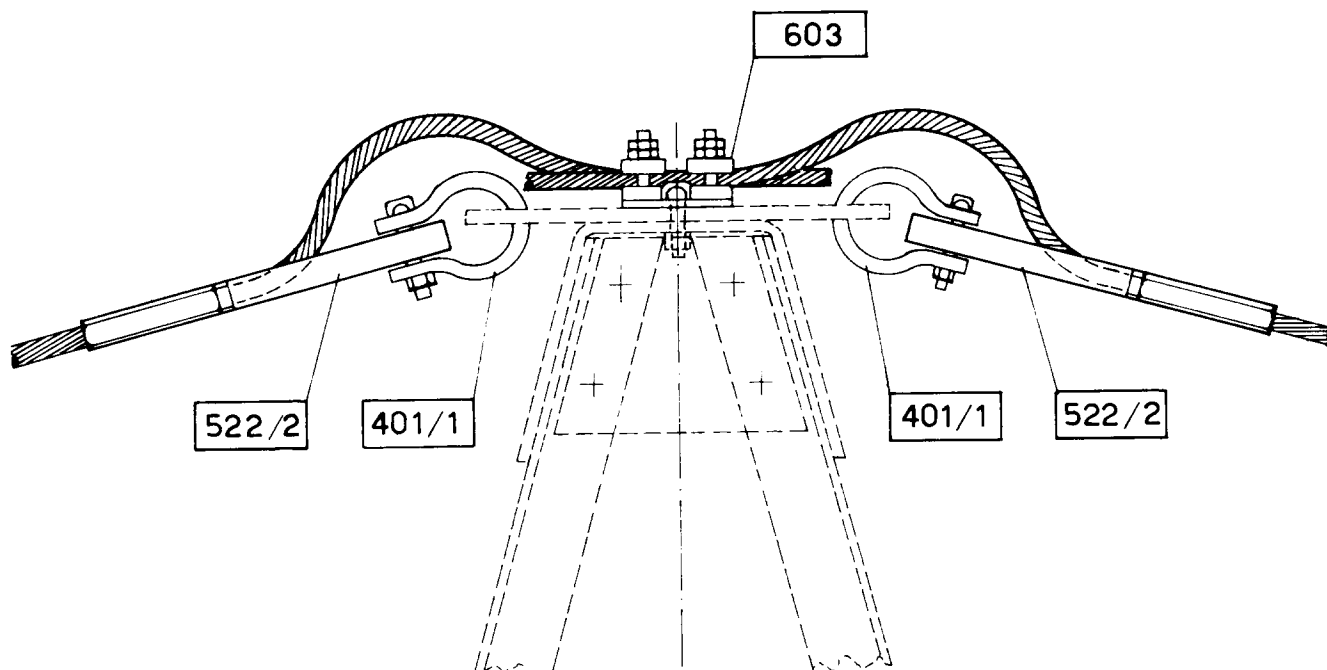
**ENEL**

LINEE A 132 - 150 - 220 kV - ARMAMENTO PER AMARRO DELLA  
CORDA DI GUARDIA DI ACCIAIO O DI ACCIAIO RIVESTITO  
DI ALLUMINIO (ALUMOWELD) Ø 11,5

25 XX BE

**LM 252**

Luglio 1994  
Ed. 4 - 1/1



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

Riferimenti: C23, C51

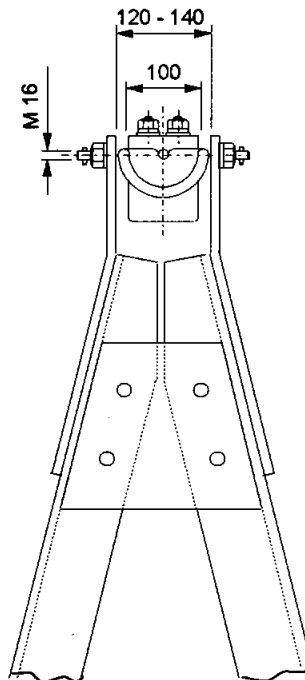
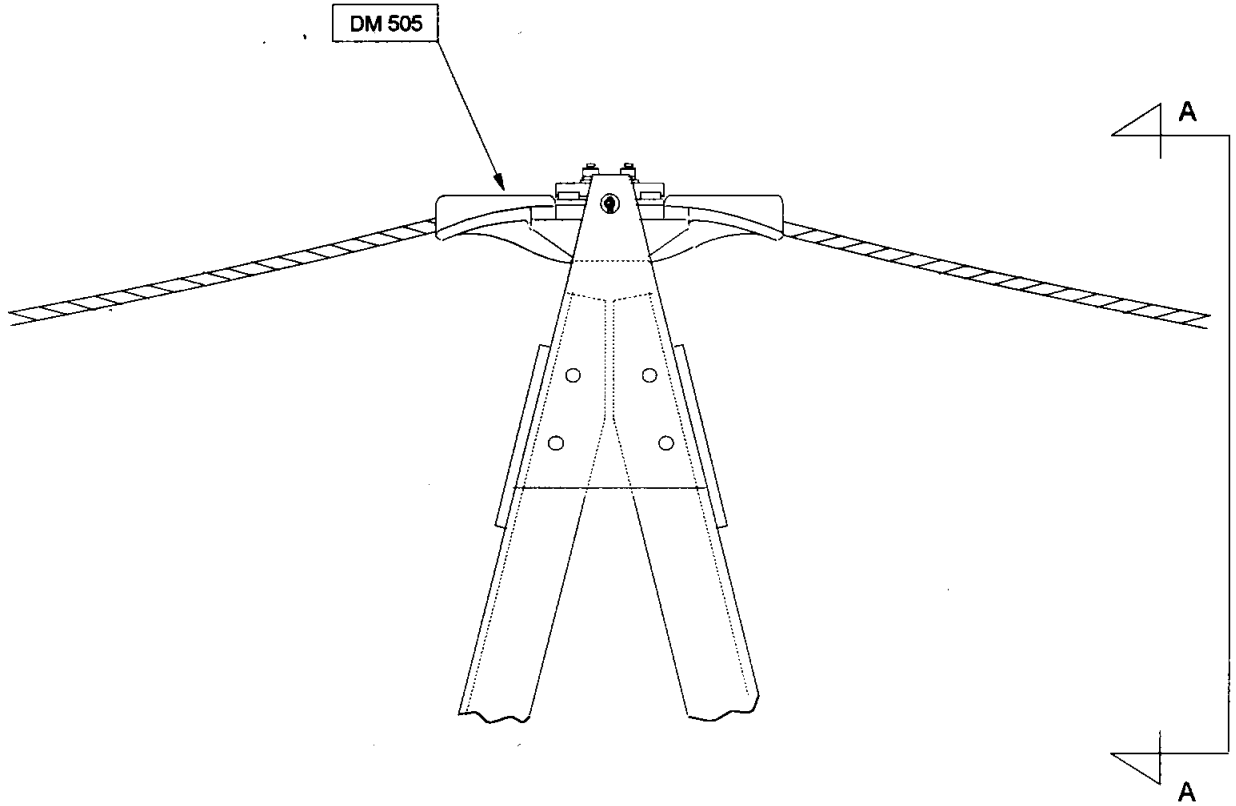
UNIFICAZIONE

**ENEL**

LINEE A 132+150 kV  
ARMAMENTO DI SOSPENSIONE DELLA FUNE DI GUARDIA  
Ø 11.5 mm INCORPORANTE FIBRE OTTICHE

**DM 205**

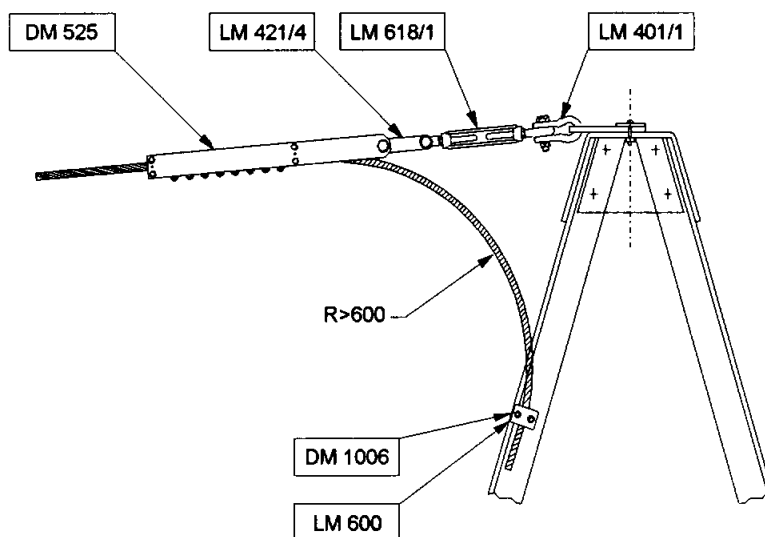
Luglio 1996  
Ed. 1 - 1/1



VISTA A - A

Riferimento: DC 25

DDI / VICE DIREZIONE TECNICA - DSR / CRE



Nota: Le quantità dei morsetti unifilari DM 1006 e delle staffe di fissaggio LM 600 per la discesa della fune di guardia alla scatola di giunzione sono riportate negli schemi di montaggio dei sostegni unificati.

Riferimento: DC 25

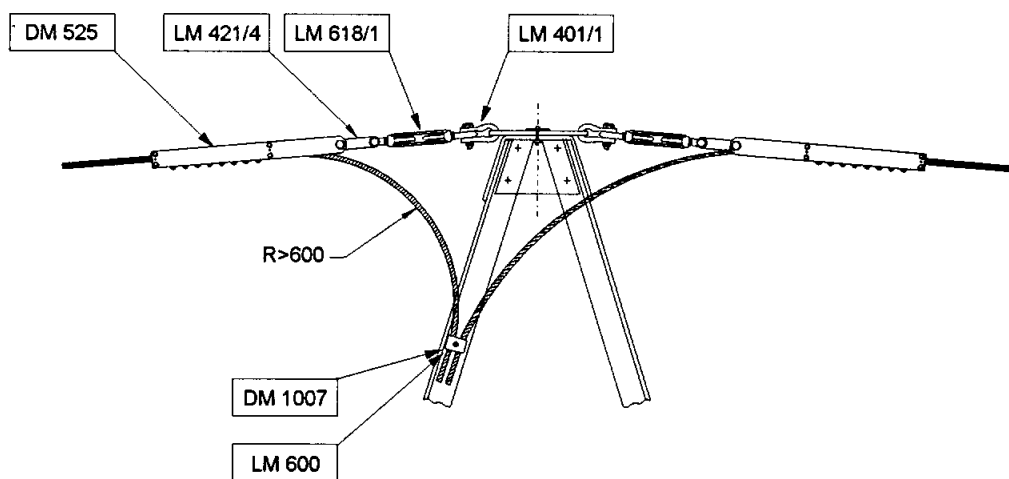
UNIFICAZIONE

**ENEL**

LINEE A 132+150 kV  
ARMAMENTO DI AMARRO DELLA FUNE DI GUARDIA  
Ø 11.5 mm INCORPORANTE FIBRE OTTICHE

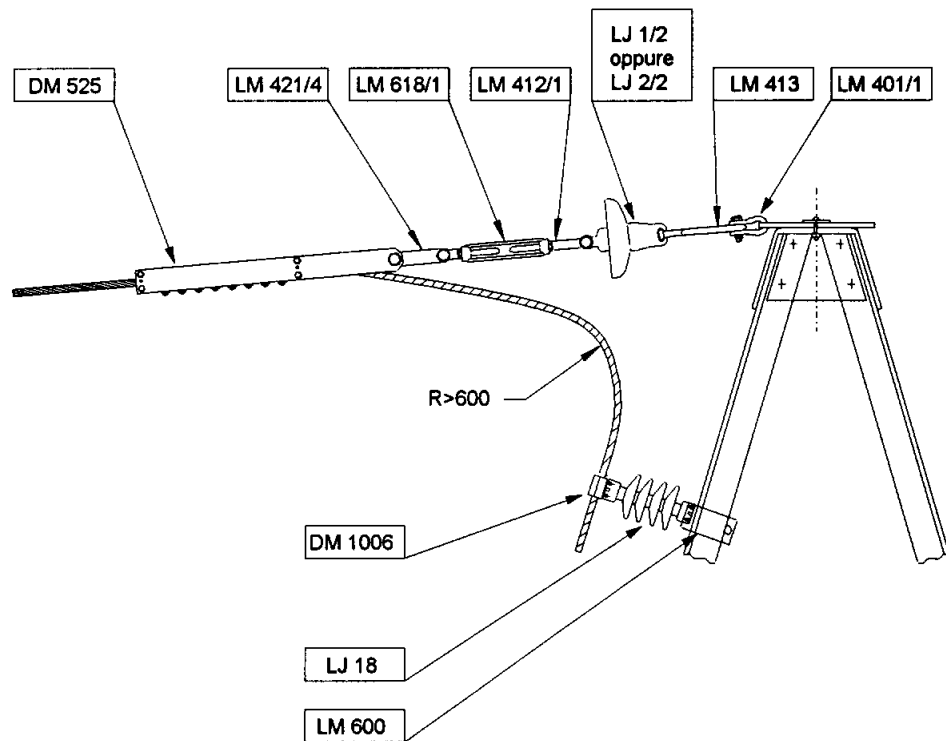
**DM 271**

Luglio 1996  
Ed. 1 - 1/1



Nota: Le quantità dei morsetti bifilari DM 1007 e delle staffe di fissaggio LM 600 per la discesa della fune di guardia alla scatola di giunzione sono riportate negli schemi di montaggio dei sostegni unificati.

Riferimento: DC 25



Nota: Le quantità dei morsetti unifilari DM 1006, degli isolatori LJ 18 e delle staffe di fissaggio LM 600 per la discesa della fune di guardia alla scatola di giunzione devono essere specificate in funzione del tipo ed altezza del sostegno sul quale viene realizzata la discesa isolata.

Riferimento: DC 25

UNIFICAZIONE

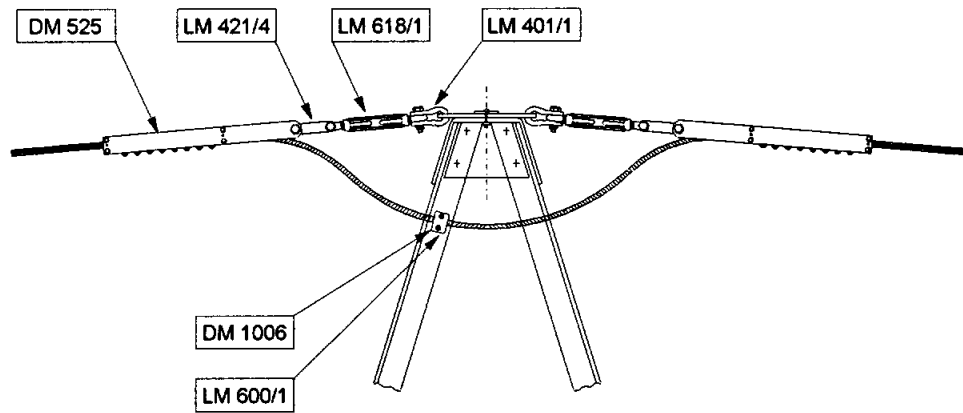
**ENEL**

LINEE A 132+150 kV  
ARMAMENTO DI AMARRO PASSANTE PER FUNE DI GUARDIA  
Ø 11.5 mm INCORPORANTE FIBRE OTTICHE

**DM 273**

Luglio 1996

Ed. 1 - 1/1



DDI / VICE DIREZIONE TECNICA - DSR / CRE

Riferimento: DC 25



**ELEMENTI STRUTTURALI COMPONENTI LA PARTE COMUNE IL TRONCO E LE BASI**

SOSTEGNI		Parte comune	Montante ausiliario	TRONCHI								Base	Piedi (n.4 pezzi)	Fondazione normale (**)	Moncone (**)	Peso (Kg) (*)
TIPO	RIF.			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII					
ELEMENTI STRUTTURALI LS (*)												RIF. LF.				
N9	752/1	T2N 26 (2019)	T2N 82 (347)	-	-	-	-	-	-	-	-	T2N 88 (709)	T2N 96 (801)	LF 103 /295	LF 44/3	3876
N12	752/2	T2N 26 (2019)	-	T2N 83 (1106)	-	-	-	-	-	-	-	T2N 89 (325)	T2N 97 (815)	LF 103 /305	LF 44/4	4265
N15	752/3	T2N 26 (2019)	T2N 82 (347)	T2N 83 (1106)	-	-	-	-	-	-	-	T2N 90 (790)	T2N 97 (815)	LF 103 /305	LF 44/4	5077
N18	752/4	T2N 26 (2019)	-	T2N 83 (1106)	T2N 84 (1203)	-	-	-	-	-	-	T2N 91 (623)	T2N 97 (815)	LF 103 /305	LF 44/4	5766
N21	752/5	T2N 26 (2019)	T2N 82 (347)	T2N 83 (1106)	T2N 84 (1203)	-	-	-	-	-	-	T2N 92 (994)	T2N 97 (815)	LF 103 /305	LF 44/4	6484
N24	752/6	T2N 26 (2019)	-	T2N 83 (1106)	T2N 84 (1203)	T2N 85 (1306)	-	-	-	-	-	T2N 93 (648)	T2N 98 (1056)	LF 103 /305	LF 48/1	7338
N27	752/7	T2N 26 (2019)	T2N 82 (347)	T2N 83 (1106)	T2N 84 (1203)	T2N 85 (1306)	-	-	-	-	-	T2N 94 (1257)	T2N 98 (1056)	LF 103 /305	LF 48/1	8294
N30	752/8	T2N 26 (2019)	-	T2N 83 (1106)	T2N 84 (1203)	T2N 85 (1306)	T2N 86 (1410)	-	-	-	-	T2N 95 (1039)	T2N 98 (1056)	LF 103 /325	LF 48/2	9139
N33	752/9	T2N 26 (2019)	T2N 82 (347)	T2N 83 (1106)	T2N 84 (1203)	T2N 85 (1306)	T2N 86 (1410)	-	-	-	-	T2N 32 (1476)	T2N 98 (1056)	LF 103 /325	LF 48/2	9923
N36	752/10	T2N 26 (2019)	-	T2N 83 (1106)	T2N 84 (1203)	T2N 85 (1306)	T2N 86 (1410)	T2N 192 (1657)	-	-	-	T2N 33 (1232)	T2N 98 (1056)	LF 103 /325	LF 48/2	10989
N39	752/11	T2N 26 (2019)	T2N 82 (347)	T2N 83 (1106)	T2N 84 (1203)	T2N 85 (1306)	T2N 86 (1410)	T2N 192 (1657)	-	-	-	T2N 194 (1509)	T2N 201 (1262)	LF 103 /325	LF 48/2	11819
N42	752/12	T2N 26 (2019)	-	T2N 83 (1106)	T2N 84 (1203)	T2N 85 (1306)	T2N 86 (1410)	T2N 192 (1657)	T2N 193 (1951)	-	-	T2N 199 (1732)	T2N 201 (1262)	LF 103 /325	LF 48/2	13646
N45	752/13	T2N 26 (2019)	T2N 82 (347)	T2N 83 (1106)	T2N 84 (1203)	T2N 85 (1306)	T2N 86 (1410)	T2N 192 (1657)	T2N 193 (1951)	-	-	T2N 200 (2541)	T2N 201 (1262)	LF 103 /325	LF 48/2	14802

(\*) Il peso totale (escluso i monconi) e dei singoli elementi strutturali (indicati tra parentesi) è comprensivo della zincatura e dei dispositivi anticaduta. I pesi sono espressi in Kg.

(\*\*) fondazioni e monconi relativi ai vari sostegni sono riportati nei documenti 150DTINFDN, 150DTINFON, 150DTINMNC.

**Storia delle revisioni**

Rev. 01	del 31/12/2007	Prima emissione.
---------	----------------	------------------

Elaborato	Verificato	Approvato
L. Alario ING-ILC-COL	L. Alario ING-ILC-COL	A. Posati ING-ILC-COL
		<b>R. Rendina</b> <b>ING-ILC</b>

m05I0001SQ-r00

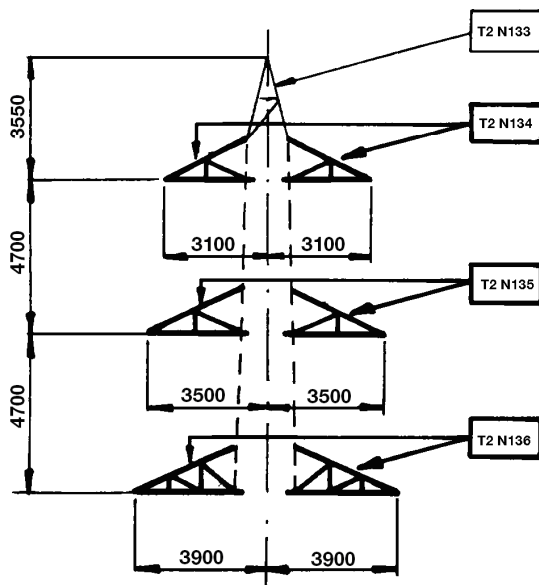
Questo documento contiene informazioni di proprietà Terna SpA e deve essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. È vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l'esplicito consenso di Terna SpA.

**ELEMENTI STRUTTURALI COMPONENTI I GRUPPI MENSOLE TIPO G**

GRUPPI MENSOLE		ELEMENTI STRUTTURALI (*)						PESO
TIPO	RIF.	Cimino	Mensola alta	Mensola media	Mensola bassa	Pendino		
						tipo	n. pezzi	
G0	752/20	T2N 133 (88)	T2N 134 (176)	T2N 135 (193)	T2N 136 (235)	-	-	692
G3	752/21	T2N 133 (88)	T2N 137 (77)	T2N 138 (81)	T2N 139 (86)	-	-	852
			T2N 140 (137)	T2N 141 (143)	T2N 142 (150)	T2N 66 (30)	3	
G3*	752/22	T2N 133 (88)	T2N 137 (77)	T2N 138 (81)	T2N 139 (86)	-	-	867
			T2N 140 (137)	T2N 141 (143)	T2N 142 (150)	T2N 67 (35)	3	

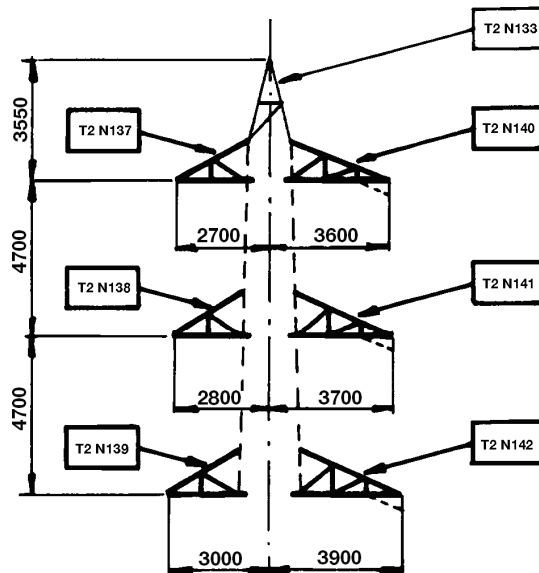
(\*) il peso totale e dei singoli elementi strutturali (indicato tra parentesi) è comprensivo della zincatura. I pesi sono espressi in Kg.

GRUPPO MENSOLE NORMALI

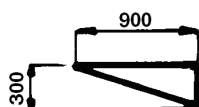


G 0

GRUPPO MENSOLE CON PENDINO



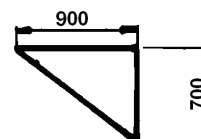
G 3



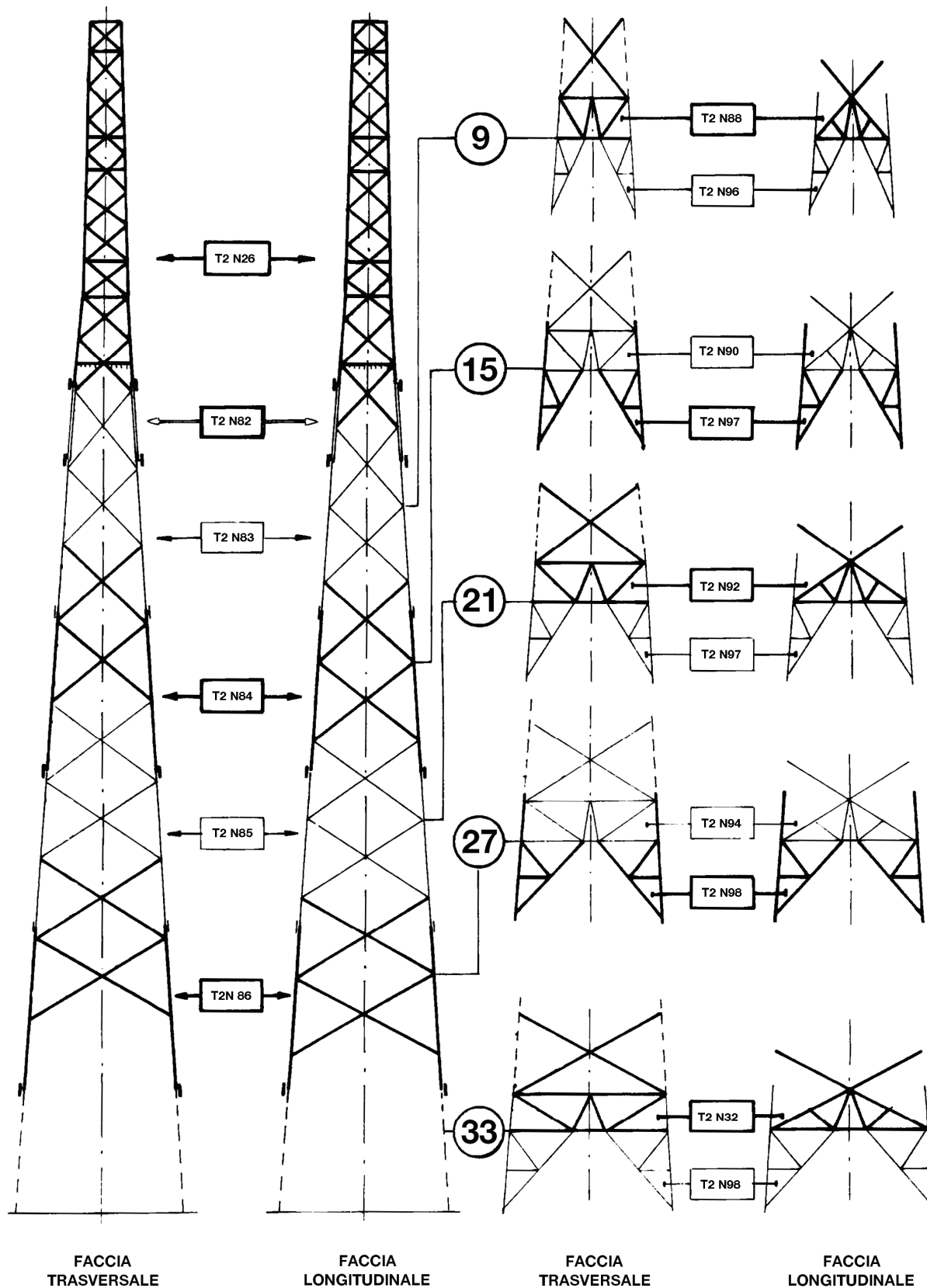
T2 N66

PENDINI

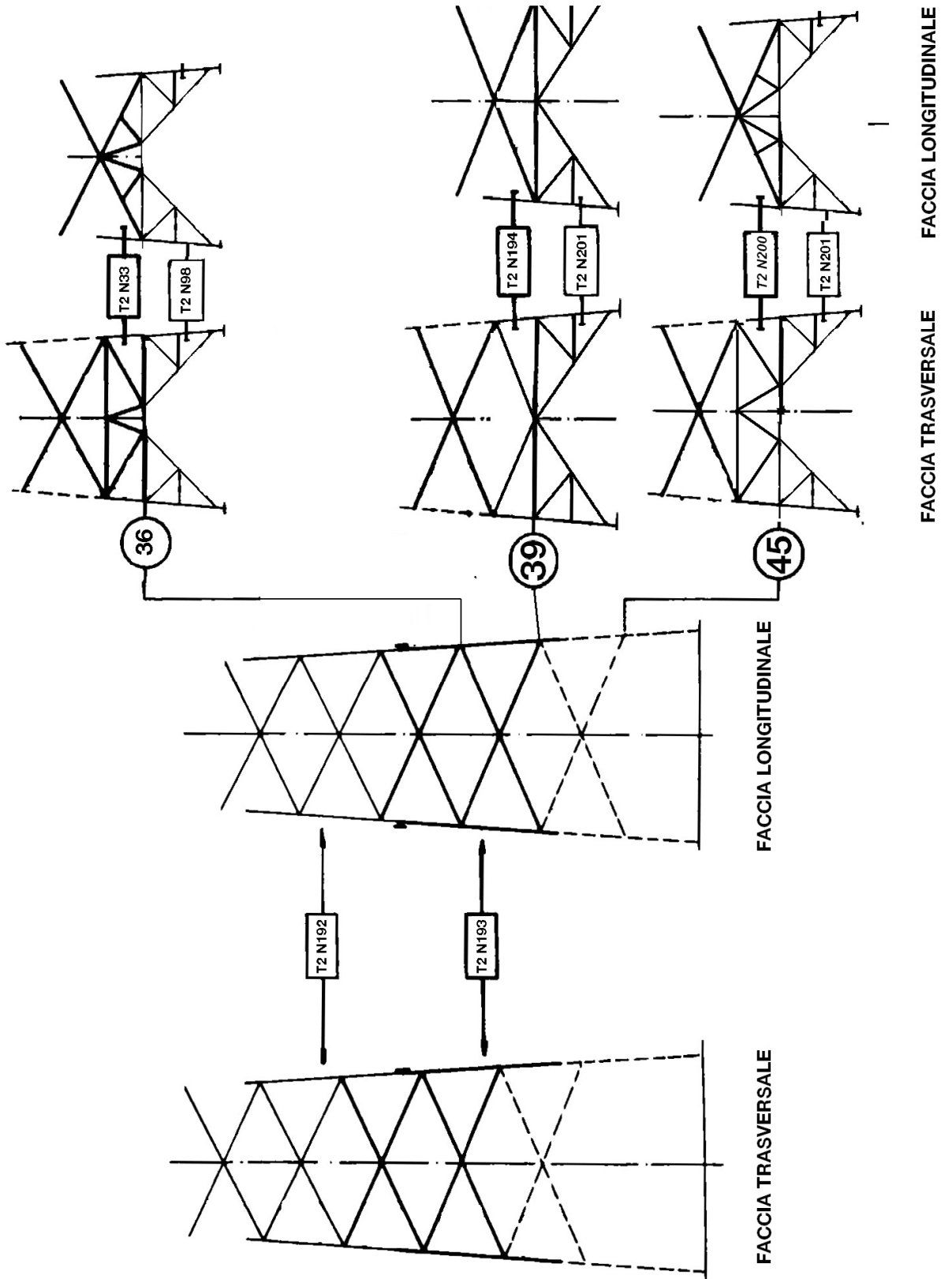
T2 N67



**SCHEMA SOSTEGNI CON ALTEZZE DISPARI**



**SOSTEGNI CON ALTEZZE ECCEZIONALI DISPARI**



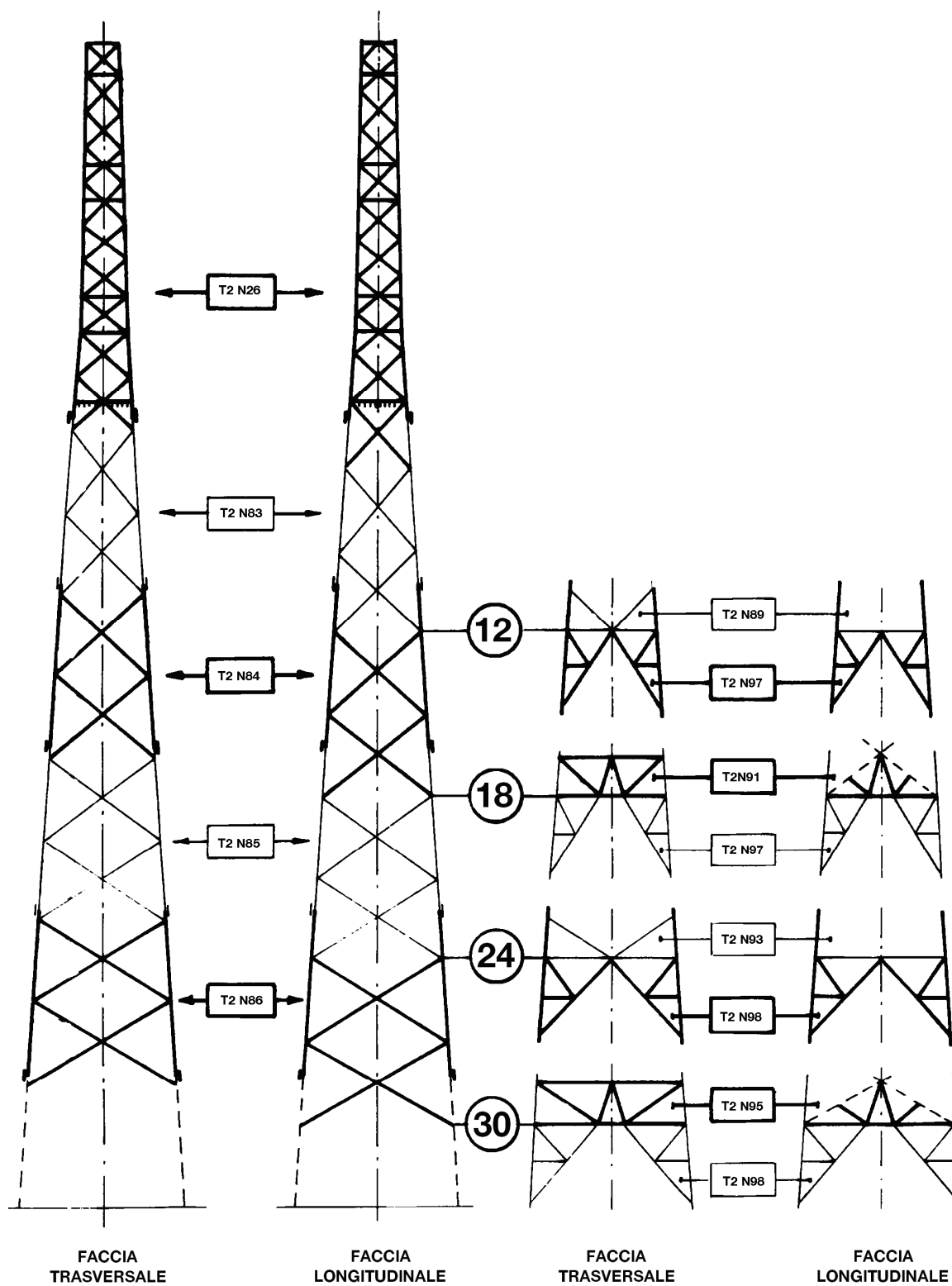
FACCIA LONGITUDINALE

FACCIA TRASVERSALE

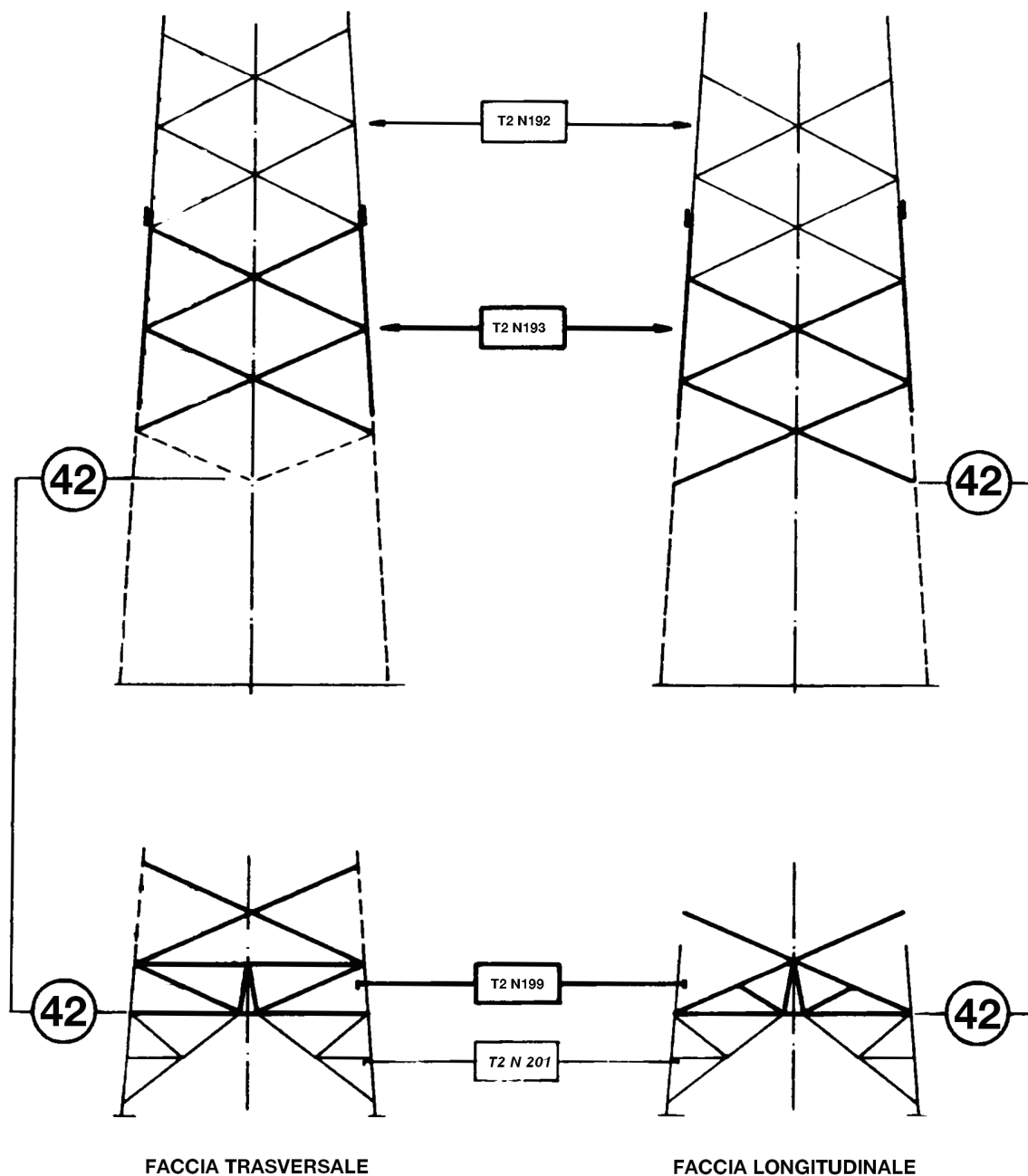
FACCIA LONGITUDINALE

FACCIA TRASVERSALE

**SCHEMA SOSTEGNI CON ALTEZZE PARI**



**SOSTEGNI CON ALTEZZE ECCEZIONALI PARI**



**ELEMENTI STRUTTURALI COMPONENTI LA PARTE COMUNE IL TRONCO E LE BASI**

SOSTEGNI		Parte comune	Montante ausiliario	TRONCHI								Base	Piedi ( n.4 pezzi)	Fondazione normale (**)	Moncone (**)	Peso (Kg) (*)
TIPO	RIF.			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII					
		ELEMENTI STRUTTURALI LS (*)										RIF. LF.				
M9	753/1	T2M 27 (2261)	T2M 100 (456)	-	-	-	-	-	-	-	-	T2M 88 (722)	T2M 114 (929)	LF 103 /325	LF 45/2	4368
M12	753/2	T2M 27 (2261)	-	T2M 101 (1290)	-	-	-	-	-	-	-	T2M 89 (352)	T2M 115 (1008)	LF 103 /305	LF 45/1	4911
M15	753/3	T2M 27 (2261)	T2M 100 (456)	T2M 101 (1290)	-	-	-	-	-	-	-	T2M 90 (892)	T2M 115 (1008)	LF 103 /305	LF 45/1	5907
M18	753/4	T2M 27 (2261)	-	T2M 101 (1290)	T2M 102 (1487)	-	-	-	-	-	-	T2M 91 (712)	T2M 115 (1008)	LF 103 /305	LF 45/1	6758
M21	753/5	T2M 27 (2261)	T2M 100 (456)	T2M 101 (1290)	T2M 102 (1487)	-	-	-	-	-	-	T2M 92 (1050)	T2M 115 (1008)	LF 103 /305	LF 45/1	7552
M24	753/6	T2M 27 (2261)	-	T2M 101 (1290)	T2M 102 (1487)	T2M 103 (1729)	-	-	-	-	-	T2M 93 (649)	T2M 116 (1309)	LF 103 /305	LF 46/1	8725
M27	753/7	T2M 27 (2261)	T2M 100 (456)	T2M 101 (1290)	T2M 102 (1487)	T2M 103 (1729)	-	-	-	-	-	T2M 94 (1277)	T2M 116 (1309)	LF 103 /315	LF 46/2	9809
M30	753/8	T2M 27 (2261)	-	T2M 101 (1290)	T2M 102 (1487)	T2M 103 (1729)	T2M 104 (1799)	-	-	-	-	T2M 95 (1060)	T2M 116 (1309)	LF 103 /315	LF 46/2	10935
M33	753/9	T2M 27 (2261)	T2M 100 (456)	T2M 101 (1290)	T2M 102 (1487)	T2M 103 (1729)	T2M 104 (1799)	-	-	-	-	T2M 32 (1485)	T2M 116 (1309)	LF 103 /315	LF 46/2	11816

(\*) Il peso totale (escluso i monconi) e dei singoli elementi strutturali (indicati tra parentesi) è comprensivo della zincatura e dei dispositivi anticaduta. I pesi sono espressi in Kg.

(\*\*) fondazioni e monconi relativi ai vari sostegni sono riportati nei documenti 150DTINFON, 150DTINFON, 150DTINMNC.

**Storia delle revisioni**

Rev. 01	del 31/12/2007	Prima emissione.
---------	----------------	------------------

Elaborato	Verificato	Approvato
L. Alario ING-ILC-COL	L. Alario ING-ILC-COL	A. Posati ING-ILC-COL
		<b>R. Rendina</b> <b>ING-ILC</b>

m05I0001SQ-r00

Questo documento contiene informazioni di proprietà Terna SpA e deve essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. È vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l'esplicito consenso di Terna SpA.

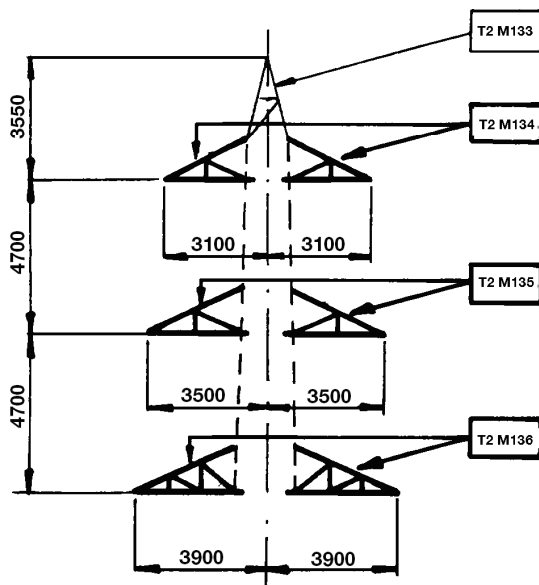


**ELEMENTI STRUTTURALI COMPONENTI I GRUPPI MENSOLE TIPO G**

GRUPPI MENSOLE		ELEMENTI STRUTTURALI (*)						PESO
TIPO	RIF.	Cimino	Mensola alta	Mensola media	Mensola bassa	Pendino		
						tipo	n. pezzi	
G0	753/20	T2M133 (87)	T2M134 (181)	T2M135 (185)	T2M136 (239)	-	-	(692)
G3	753/21	T2M133 (87)	T2M137 (80)	T2M138 (83)	T2M139 (88)	-	-	858
			T2M140 (137)	T2M141 (142)	T2M142 (151)	T2M66 (30)	3	
G3*	753/22	T2M133 (87)	T2M137 (80)	T2M138 (83)	T2M139 (88)	-	-	867
			T2M140 (137)	T2M141 (142)	T2M142 (151)	T2M67 (33)	3	

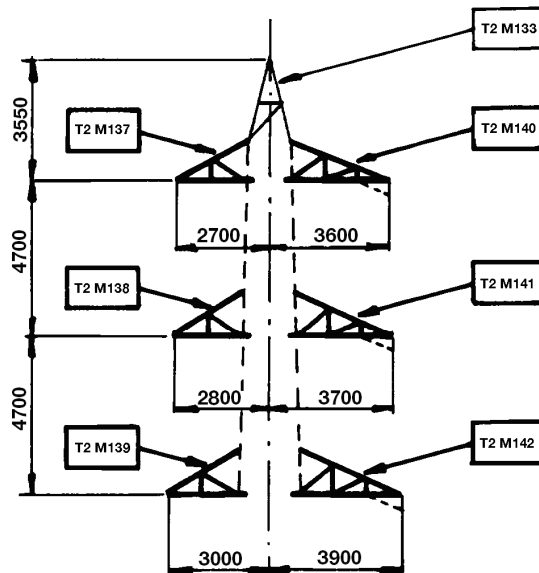
(\*) il peso totale e dei singoli elementi strutturali (indicato tra parentesi) è comprensivo della zincatura. I pesi sono espressi in Kg.

GRUPPO MENSOLE NORMALI

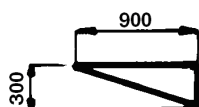


G 0

GRUPPO MENSOLE CON PENDINO



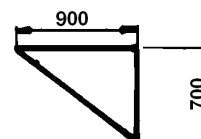
G 3



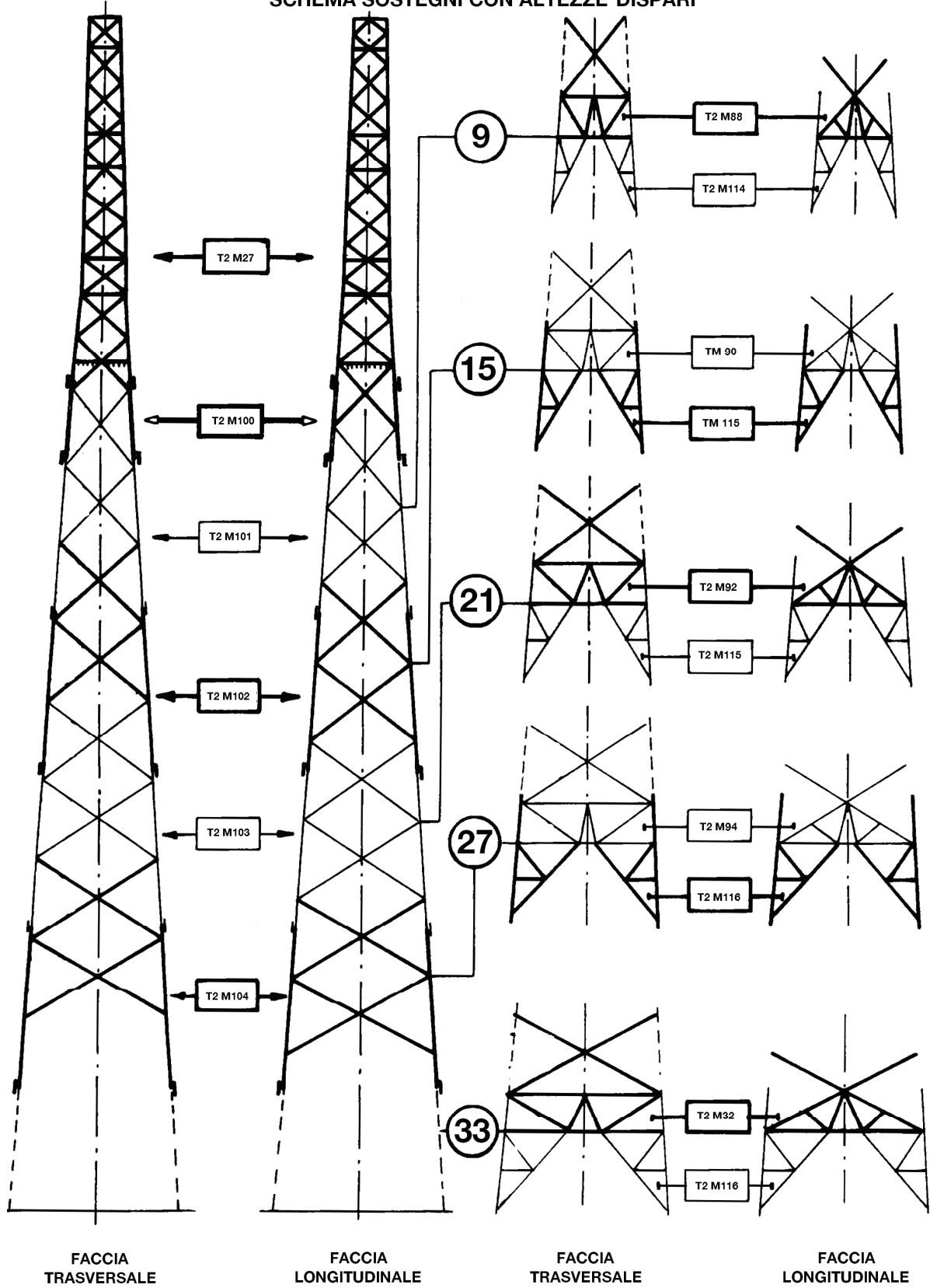
T2 M66

PENDINI

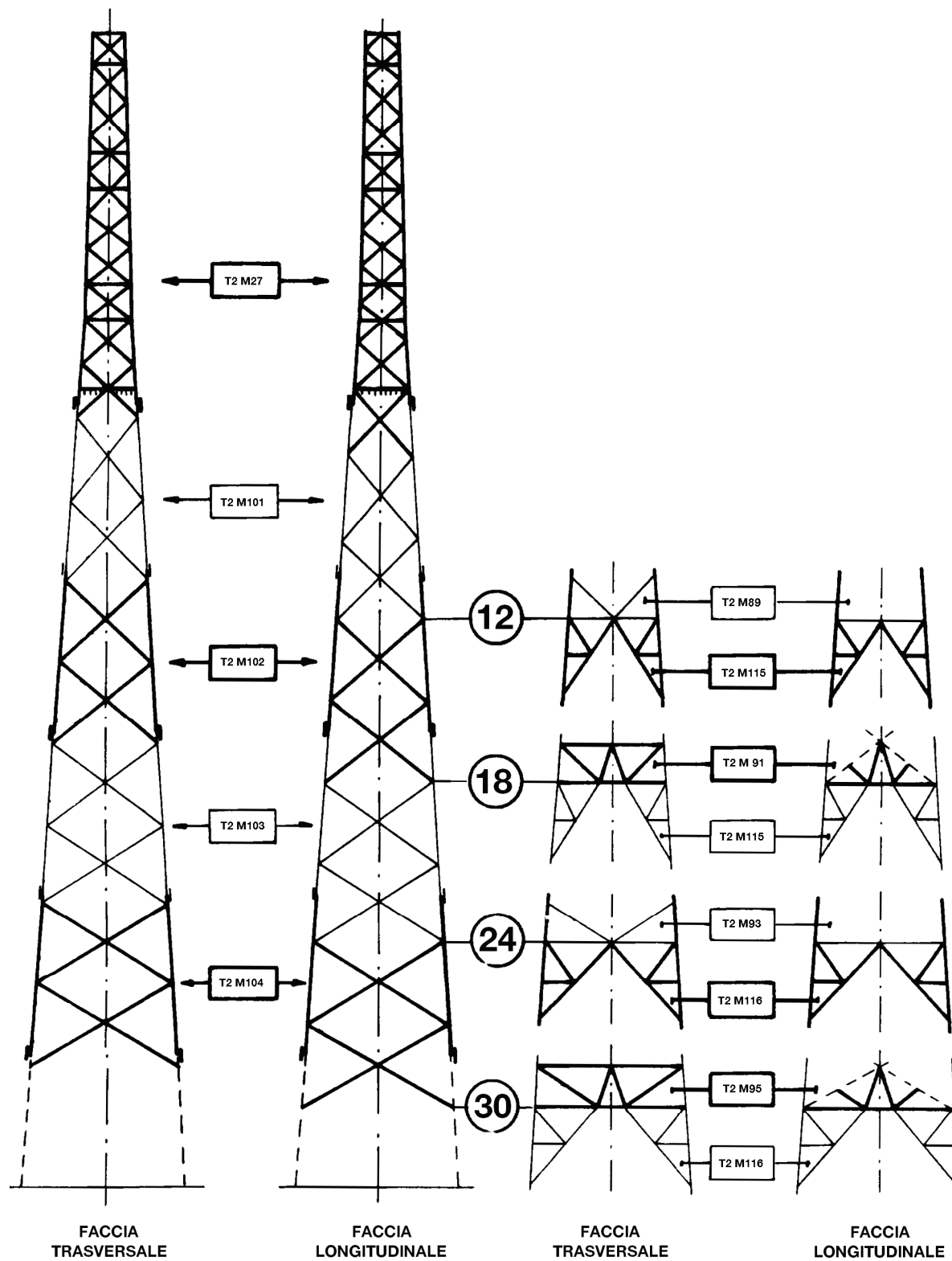
T2 M67



**SCHEMA SOSTEGNI CON ALTEZZE DISPARI**



**SCHEMA SOSTEGNI CON ALTEZZE PARI**



ELEMENTI STRUTTURALI COMPONENTI LA PARTE COMUNE IL TRONCO E LE BASI

SOSTEGNI		Parte comune	Montante ausiliario	TRONCHI								Base	Piedi (n.4 pezzi)	Fondazione normale (**)	Moncone (**)	Peso (Kg) (*)
TIPO	RIF.			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII					
		ELEMENTI STRUTTURALI LS (*)										RIF. LF.				
V9	754/1	T2V 28 (2452)	-	T2V 163 (1950)	-	-	-	-	-	-	-	T2V 169 (451)	T2V 177 (1587)	LF105 /335	LF54/1	6440
V12	754/2	T2V 28 (2452)	T2V 162 (828)	T2V 163 (1950)	-	-	-	-	-	-	-	T2V 170 (1089)	T2V 177 (1587)	LF105 /335	LF54/1	7906
V15	754/3	T2V 28 (2452)	-	T2V 163 (1950)	T2V 164 (2069)	-	-	-	-	-	-	T2V 171 (867)	T2V 177 (1587)	LF105 /335	LF54/1	8925
V18	754/4	T2V 28 (2452)	T2V 162 (828)	T2V 163 (1950)	T2V 164 (2069)	-	-	-	-	-	-	T2V 172 (1338)	T2V 177 (1587)	LF105 /335	LF54/1	10224
V21	754/5	T2V 28 (2452)	-	T2V 163 (1950)	T2V 164 (2069)	T2V 165 (2380)	-	-	-	-	-	T2V 173 (779)	T2V 178 (1986)	LF105 /335	LF50/2	11616
V24	754/6	T2V 28 (2452)	T2V 162 (828)	T2V 163 (1950)	T2V 164 (2069)	T2V 165 (2380)	-	-	-	-	-	T2V 174 (1567)	T2V 178 (1986)	LF105 /335	LF50/2	13232
V27	754/7	T2V 28 (2452)	-	T2V 163 (1950)	T2V 164 (2069)	T2V 165 (2380)	T2V 166 (2493)	-	-	-	-	T2V 175 (1298)	T2V 178 (1986)	LF 105 /345	LF50/3	14628
V30	754/8	T2V 28 (2452)	T2V 162 (828)	T2V 163 (1950)	T2V 164 (2069)	T2V 165 (2380)	T2V 166 (2493)	-	-	-	-	T2V 33 (2001)	T2V 178 (1986)	LF 105 /345	LF50/3	16159
V33	754/9	T2V 28 (2452)	-	T2V 163 (1950)	T2V 164 (2069)	T2V 165 (2380)	T2V 166 (2493)	T2V 29 (2796)	-	-	-	T2V 34 (1673)	T2V 178 (1986)	LF 105 /345	LF50/3	17799
V36	754/10	T2V 28 (2452)	T2V 162 (828)	T2V 163 (1950)	T2V 164 (2069)	T2V 165 (2380)	T2V 166 (2493)	T2V 29 (2796)	-	-	-	T2V 35 (2359)	T2V 178 (1986)	LF 105 /345	LF50/3	19313
V39	754/11	T2V 28 (2452)	-	T2V 163 (1950)	T2V 164 (2069)	T2V 165 (2380)	T2V 166 (2493)	T2V 29 (2796)	T2V 30 (2971)	-	-	T2V 36 (2080)	T2V 178 (1986)	LF 105 /345	LF50/3	21177
V42	754/12	T2V 28 (2452)	T2V 162 (828)	T2V 163 (1950)	T2V 164 (2069)	T2V 165 (2380)	T2V 166 (2493)	T2V 29 (2796)	T2V 30 (2971)	-	-	T2V 37 (2877)	T2V 178 (1986)	LF 107 /305	LF50/1	22802

(\*) Il peso totale (escluso i monconi) e dei singoli elementi strutturali (indicati tra parentesi) è comprensivo della zincatura e dei dispositivi anticaduta. I pesi sono espressi in Kg.

(\*\*) fondazioni e monconi relativi ai vari sostegni sono riportati nei documenti 150DTINFON, 150DTINFON, 150DTINMNC.

**Storia delle revisioni**

Rev. 01	del 31/12/2007	Prima emissione.
---------	----------------	------------------

Elaborato	Verificato	Approvato
L. Alario ING-ILC-COL	L. Alario ING-ILC-COL	A. Posati ING-ILC-COL
		<b>R. Rendina ING-ILC</b>

m05I0001SQ-r00

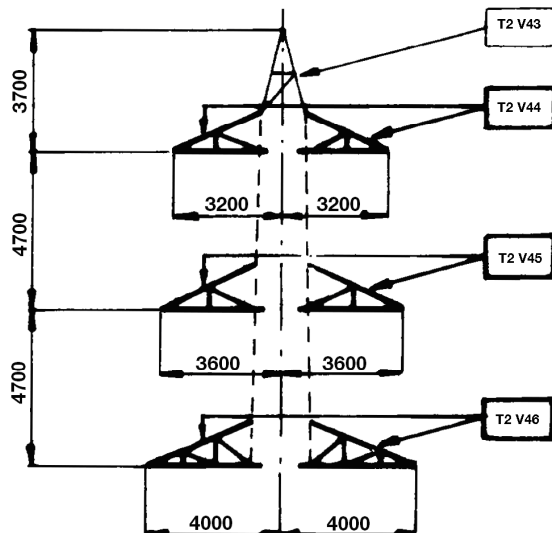
Questo documento contiene informazioni di proprietà Terna SpA e deve essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. È vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l'esplicito consenso di Terna SpA.

**ELEMENTI STRUTTURALI COMPONENTI I GRUPPI MENSOLE TIPO H**

GRUPPI MENSOLE		ELEMENTI STRUTTURALI (*)						PESO
TIPO	RIF.	Cimino	Mensola alta	Mensola media	Mensola bassa	Pendino		
						tipo	n. pezzi	
H0	754/20	T2V 43 (111)	T2V 44 (203)	T2V 45 (224)	T2V 46 (264)	-	-	802
H3	754/21	T2V 43 (111)	T2V 47 (90)	T2V 48 (96)	T2V 49 (100)	-	-	1058
			T2V 50 (181)	T2V 51 (190)	T2V 52 (197)	T2V 128 (31)	3	
H3*	754/22	T2V 43 (111)	T2V 47 (90)	T2V 48 (96)	T2V 49 (100)	-	-	1079
			T2V 50 (181)	T2V 51 (190)	T2V 52 (197)	T2V 129 (38)	3	

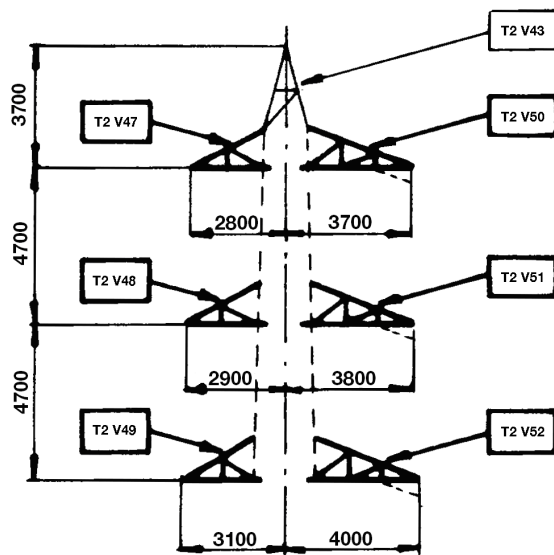
(\*) il peso totale e dei singoli elementi strutturali (indicato tra parentesi) è comprensivo della zincatura. I pesi sono espressi in Kg.

GRUPPO MENSOLE NORMALI

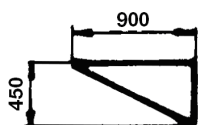


H 0

GRUPPI MENSOLE CON PENDINO



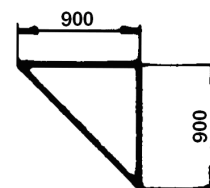
H 3



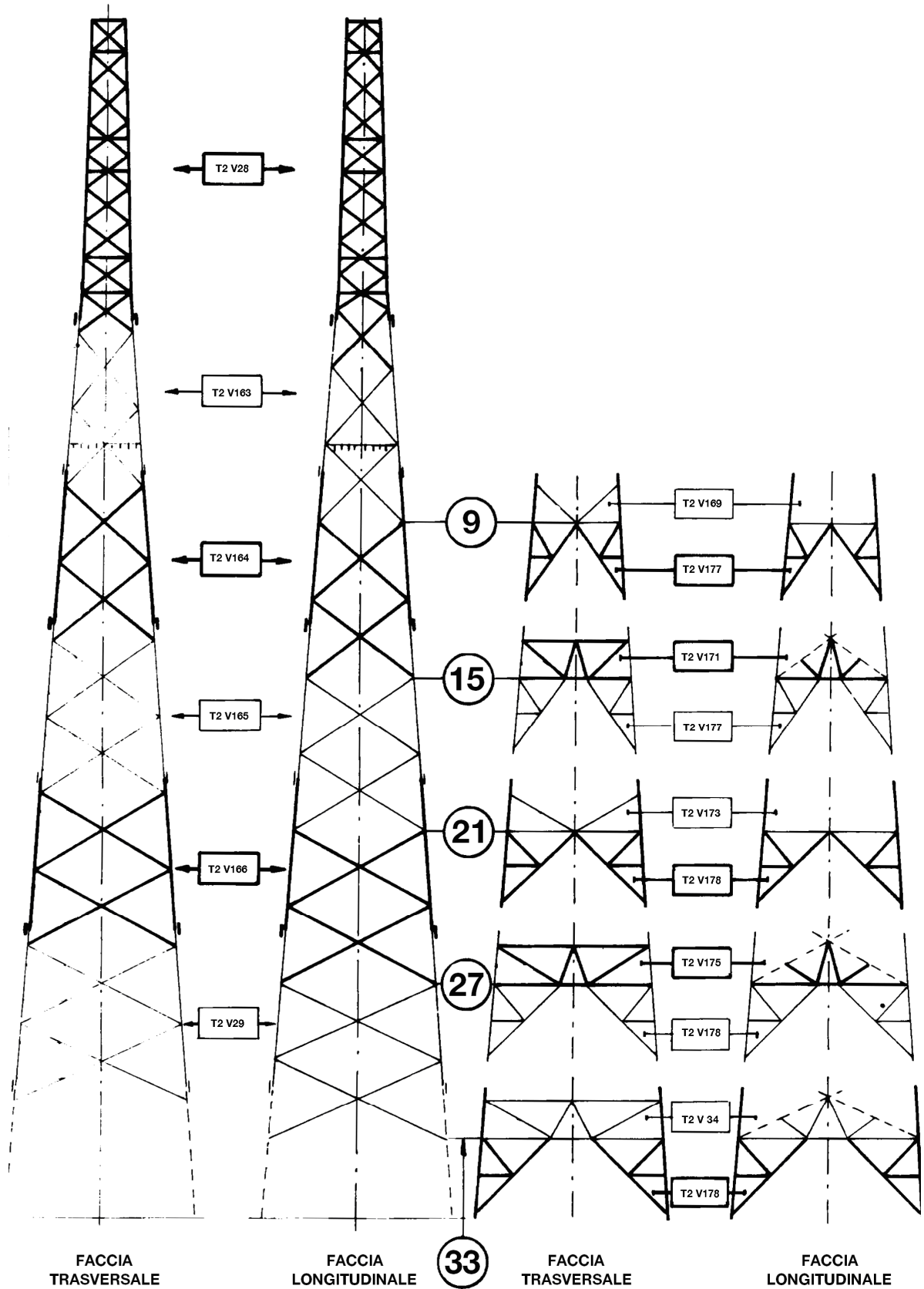
T2 V128

PENDINI

T2 V129

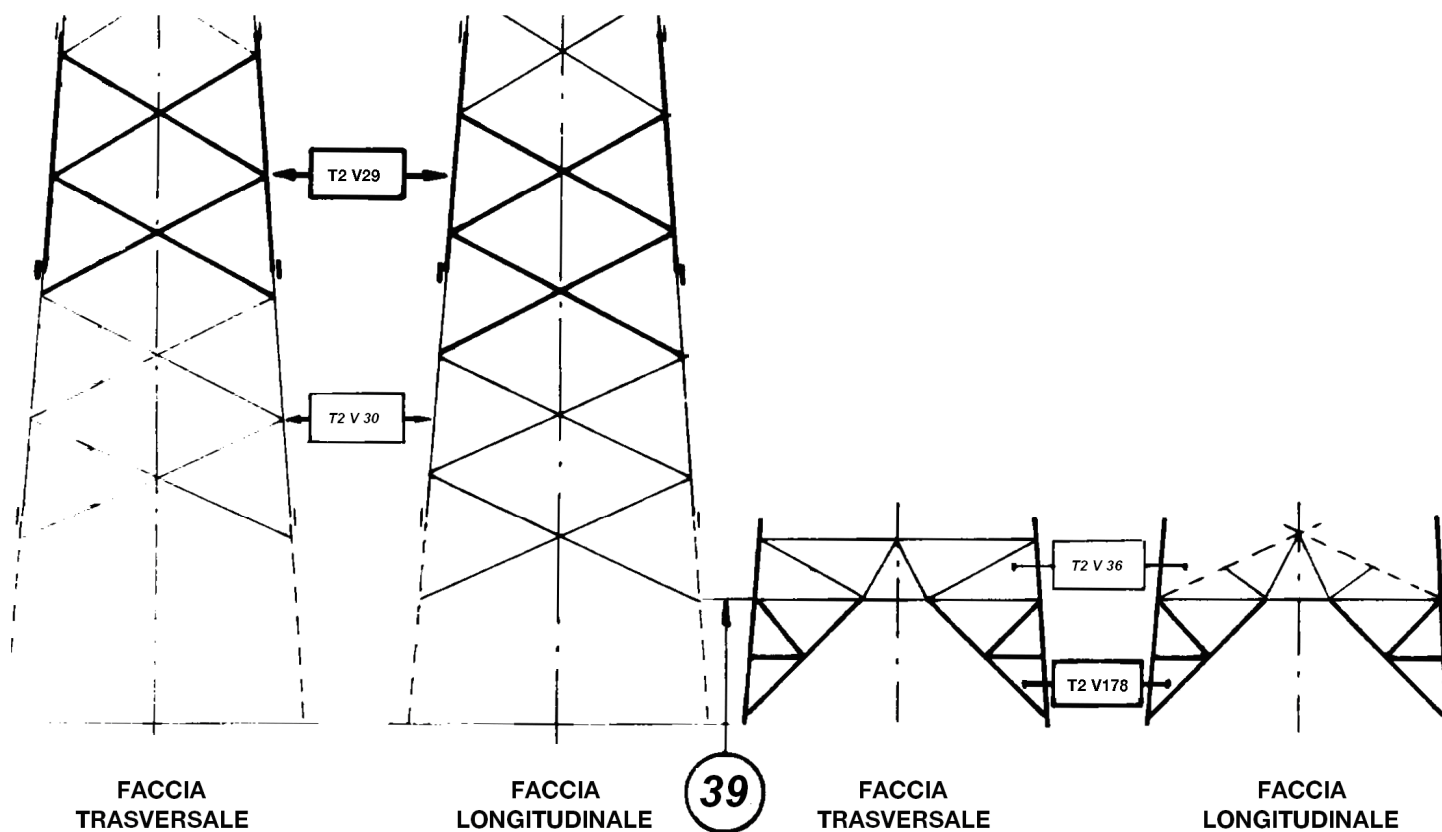


**SCHEMA SOSTEGNI CON ALTEZZE DISPARI**

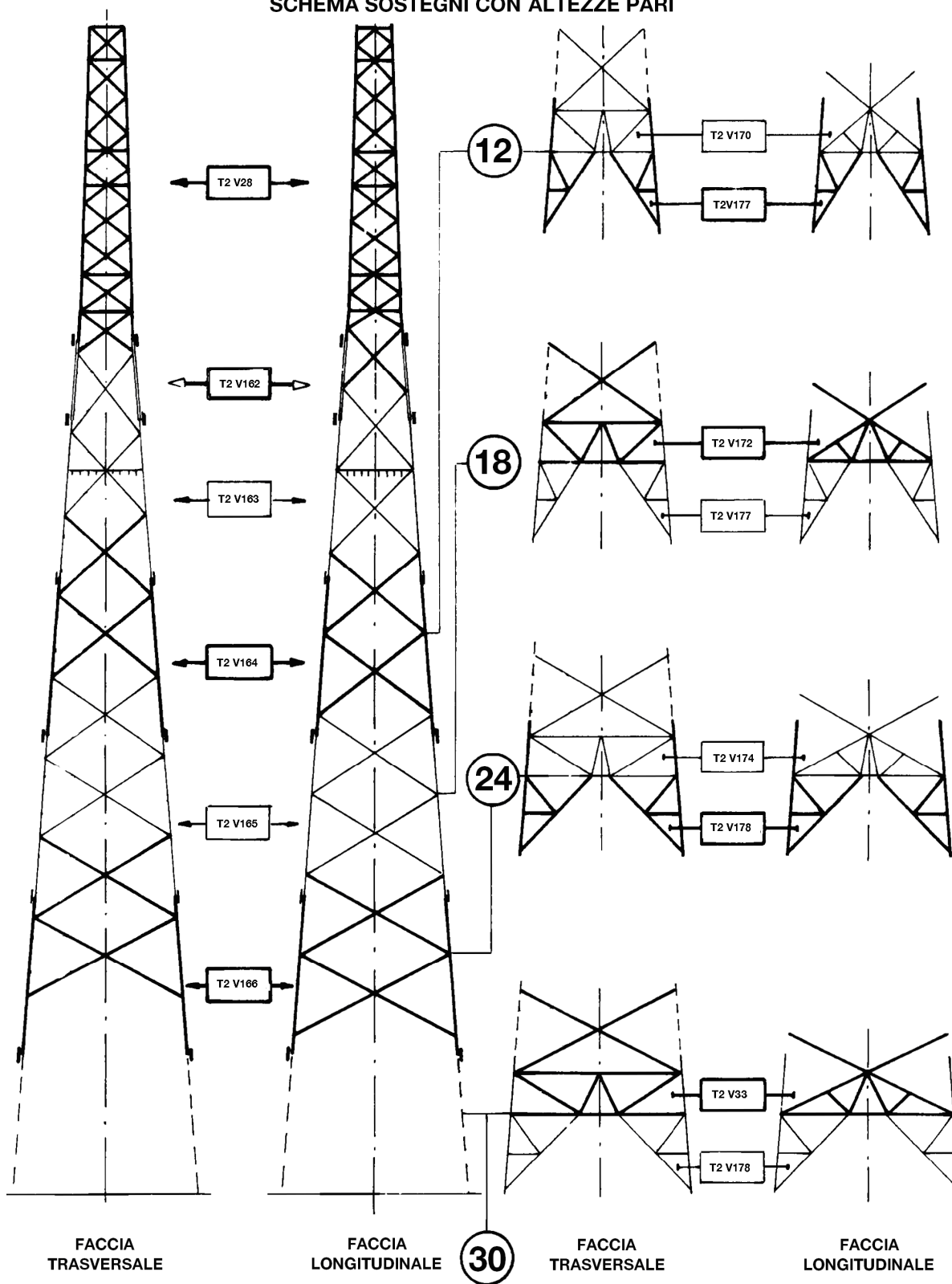




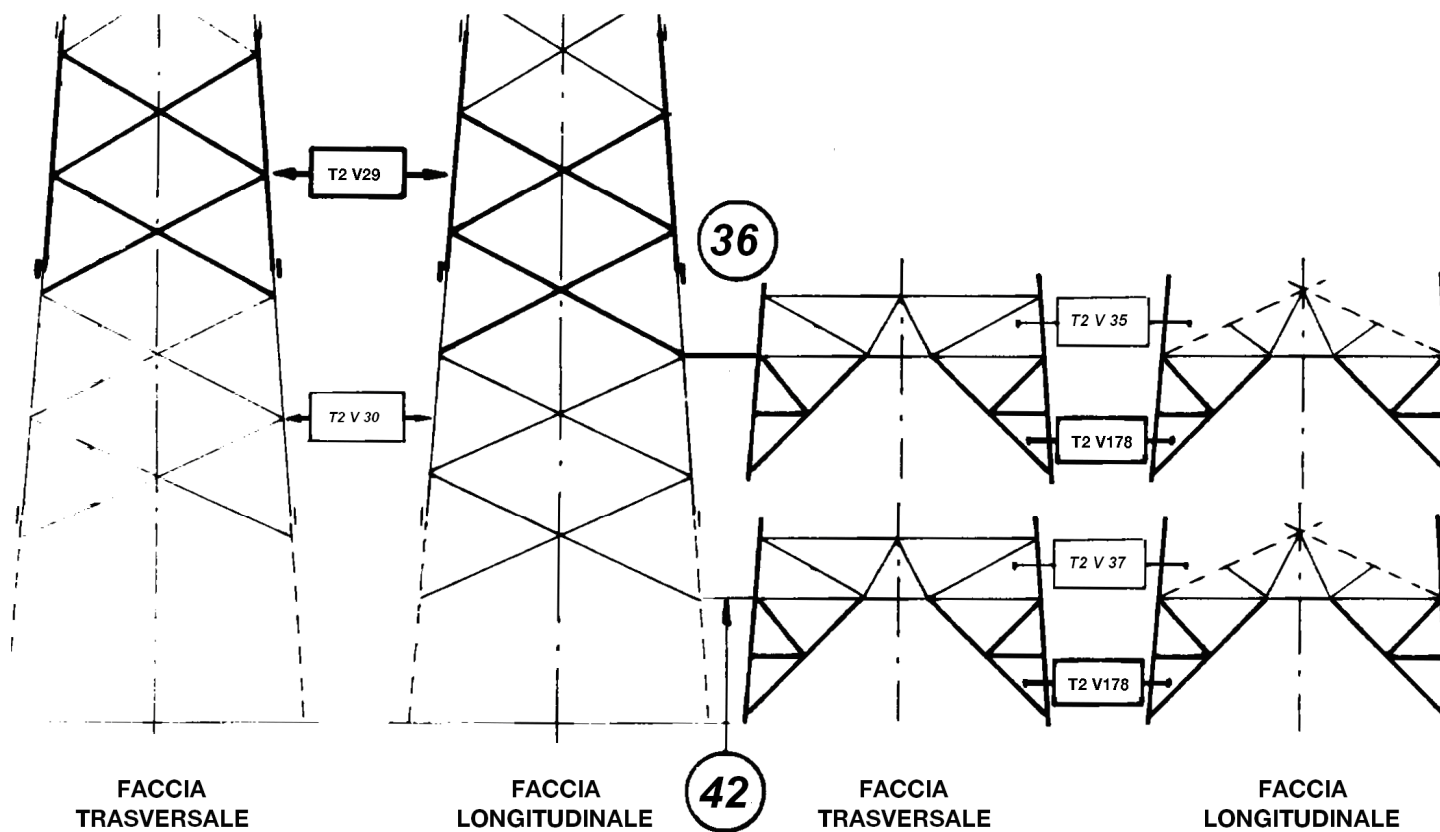
**SCHEMA SOSTEGNI CON ALTEZZE DISPARI**



**SCHEMA SOSTEGNI CON ALTEZZE PARI**



**SCHEMA SOSTEGNI CON ALTEZZE PARI**



**ELEMENTI STRUTTURALI COMPONENTI LA PARTE COMUNE IL TRONCO E LE BASI**

SOSTEGNI		Parte comune	Montante ausiliario	TRONCHI								Base	Piedi ( n.4 pezzi)	Fondazione normale (**)	Moncone (**)	Peso (Kg) (*)
TIPO	RIF.			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII					
		ELEMENTI STRUTTURALI LS (*)										RIF. LF.				
E9	755/1	T2E 112 (5083)	T2E 113 (2511)	-	-	-	-	-	-	-	-	T2E 215 (817)	T2E 224 (3019)	LF 108 /345	LF 55/1	11430
E12	755/2	T2E 112 (5083)	-	T2E 211A (4465)	-	-	-	-	-	-	-	T2E 216 (817)	T2E 225 (3004)	LF 108 /345	LF 55/1	13369
E15	755/3	T2E 112 (5083)	T2E 113 (2511)	T2E 211 (3865)	-	-	-	-	-	-	-	T2E 217 (1713)	T2E 225 (3004)	LF 108 /345	LF 55/1	16176
E18	755/4	T2E 112 (5083)	-	T2E 211A (4465)	T2E 212 (4163)	-	-	-	-	-	-	T2E 218 (1432)	T2E 225 (3004)	LF 108 /345	LF 55/1	18147
E21	755/5	T2E 112 (5083)	T2E 113 (2511)	T2E 211 (3865)	T2E 212 (4163)	-	-	-	-	-	-	T2E 219 (1956)	T2E 225 (3004)	LF 108 /345	LF 55/1	20582
E24	755/6	T2E 112 (5083)	-	T2E 211A (4465)	T2E 212 (4163)	T2E 213 (4640)	-	-	-	-	-	T2E 220 (1069)	T2E 226 (3294)	LF 108 /345	LF 56/1	22714
E27	755/7	T2E 112 (5083)	T2E 113 (2511)	T2E 211 (3865)	T2E 212 (4163)	T2E 213 (4640)	-	-	-	-	-	T2E 221 (2114)	T2E 226 (3294)	LF 108 /345	LF 56/1	25670
E30	755/8	T2E 112 (5083)	-	T2E 211A (4465)	T2E 212 (4163)	T2E 213 (4640)	T2E 214 (4805)	-	-	-	-	T2E 222 (1865)	T2E 226 (3294)	LF 108 /345	LF 56/1	28315
E33	755/9	T2E 112 (5083)	T2E 113 (2511)	T2E 211 (3865)	T2E 212 (4163)	T2E 213 (4640)	T2E 214 (4805)	-	-	-	-	T2E 223 (2610)	T2E 226 (3294)	LF 108 /345	LF 56/1	30971

(\*) Il peso totale (escluso i monconi) e dei singoli elementi strutturali (indicati tra parentesi) è comprensivo della zincatura e dei dispositivi anticaduta. I pesi sono espressi in Kg.

(\*\*) fondazioni e monconi relativi ai vari sostegni sono riportati nei documenti 150DTINFDN, 150DTINFON, 150DTINMNC.

**Storia delle revisioni**

Rev. 01	del 31/12/2007	Prima emissione.
---------	----------------	------------------

Elaborato	Verificato	Approvato
L. Alario ING-ILC-COL	L. Alario ING-ILC-COL	A. Posati ING-ILC-COL
		<b>R. Rendina</b> <b>ING-ILC</b>

m05I0001SQ-r00

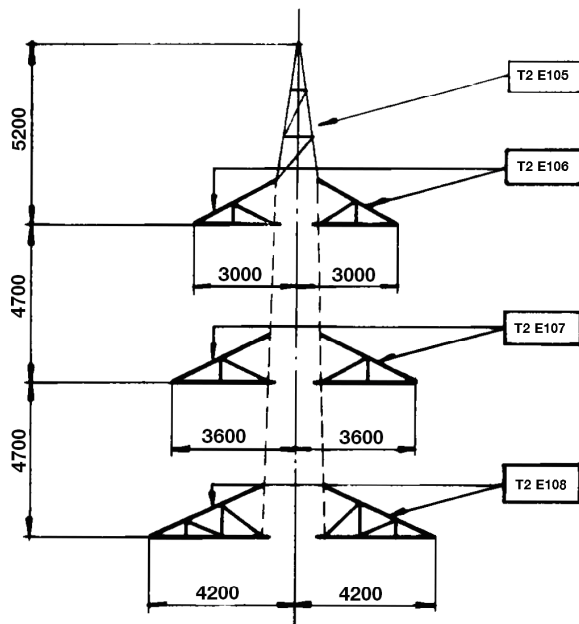
**ELEMENTI STRUTTURALI COMPONENTI I GRUPPI MENSOLE TIPO Q**

GRUPPI MENSOLE		ELEMENTI STRUTTURALI (*)							n. Pezzi	PESO
TIPO	RIF.	Cimino	Mensola alta	Mensola media	Mensola bassa	Mensole di giro				
						alta	media	bassa		
Q00	755/20	T2E 105 (241)	T2E 106 (296)	T2E 107 (355)	T2E 108 (436)	-	-	-		1328
QQ0	755/21	T2E 105 (241)	T2E 109 (639)	T2E 110 (698)	T2E 111 (789)	-	-	-		2367
Q03	755/22	T2E 105 (241)	T2E 106 (296)	T2E 107 (355)	T2E 108 (436)	T2E 227 (**)	T2E 228 (**)	T2E 229 (**)		1328
QQ3	755/23	T2E 105 (241)	T2E 109 (639)	T2E 110 (698)	T2E 111 (789)	T2E 230 (**)	T2E 231 (**)	T2E 232 (**)		2367

(\*)il peso totale e dei singoli elementi strutturali (indicato tra parentesi) è comprensivo della zincatura. I pesi sono espressi in Kg.

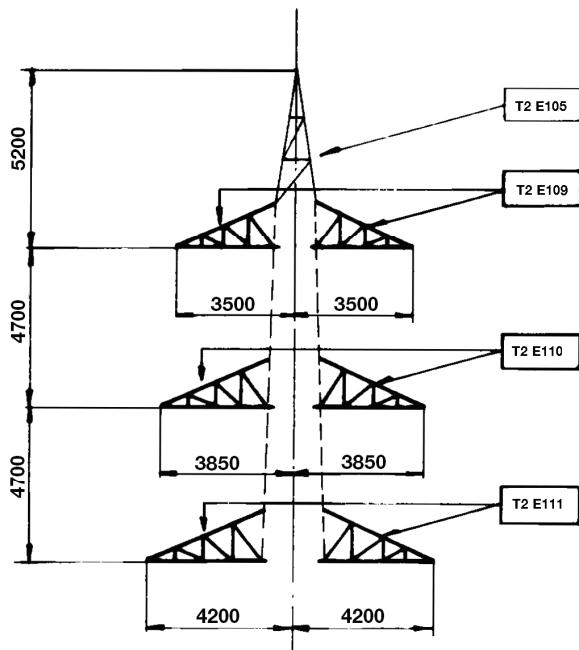
(\*\*) Le mensole di giro T2E227 - T2E228 - T2E229 - T2E230 - T2E231 - T2E232 non sono disponibili

GRUPPO MENSOLE NORMALI



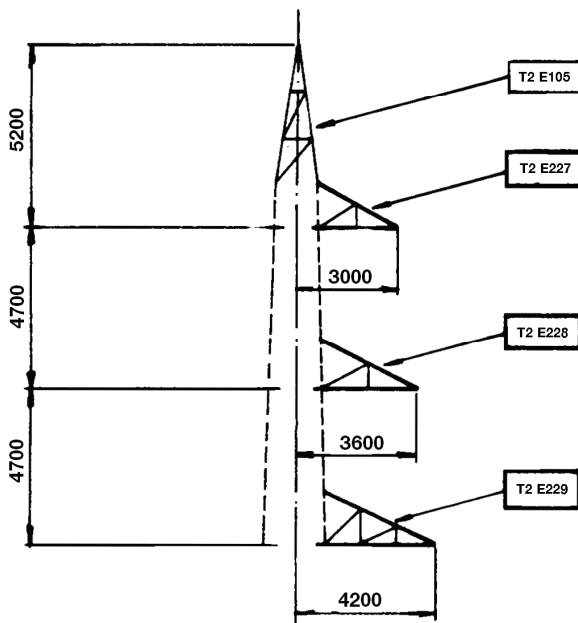
Q 0 0

GRUPPO MENSOLE QUADRE



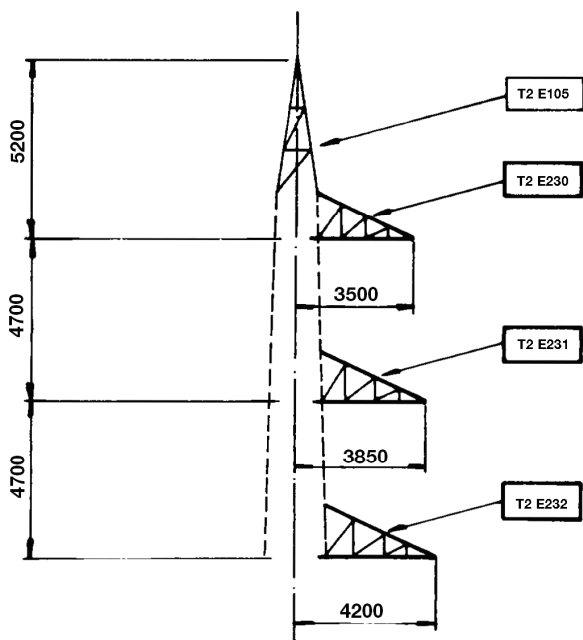
Q Q 0

**GRUPPO MENSOLE NORMALI**  
(vista longitudinale)



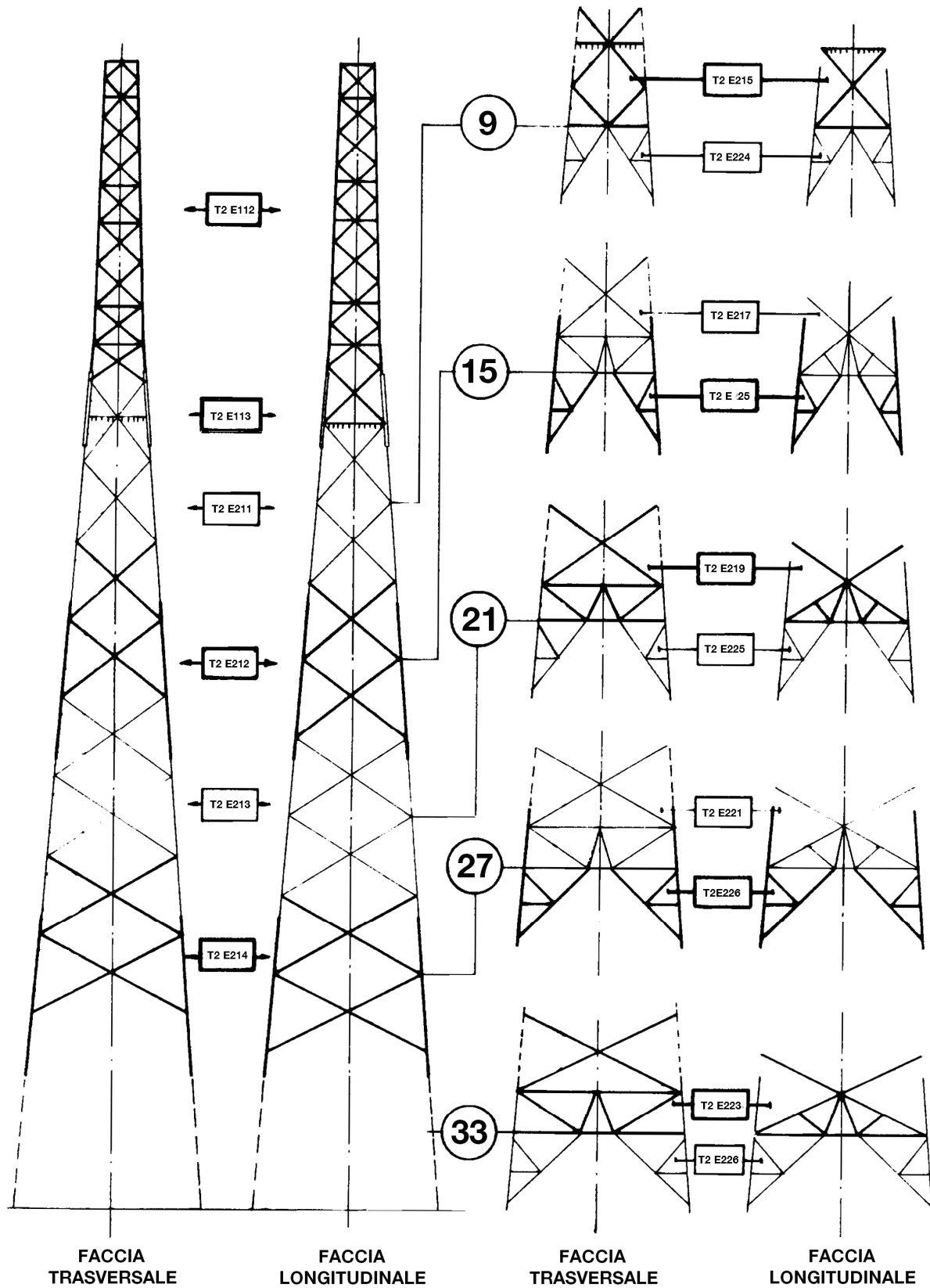
Q 0 3

**GRUPPO MENSOLE QUADRE**  
(vista longitudinale)



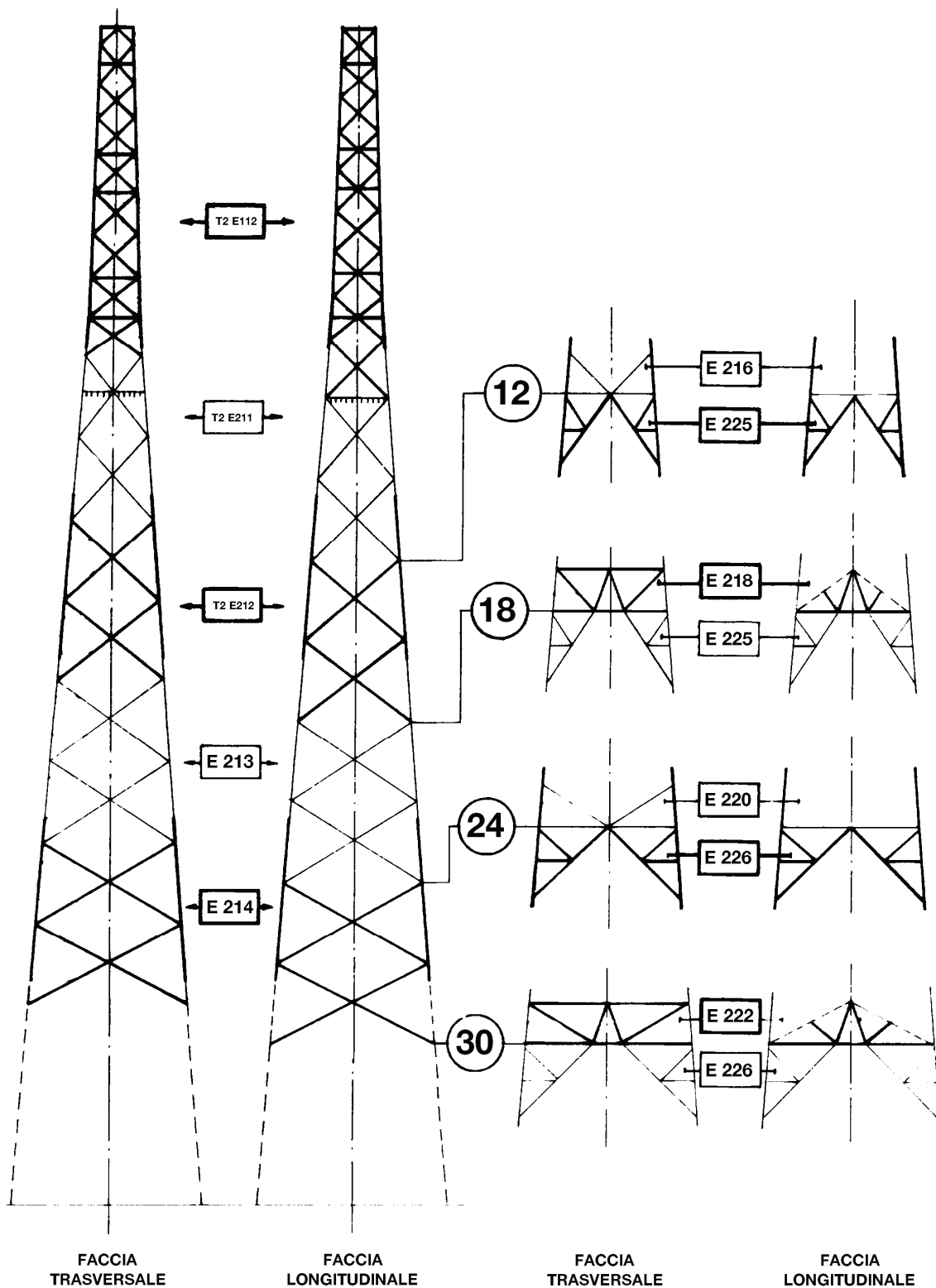
Q Q 3

**SCHEMA SOSTEGNI CON ALTEZZE DISPARI**





SCHEMA SOSTEGNI CON ALTEZZE PARI



**LINEA ELETTRICA AEREA A 132-150 kV DOPPIA TERNA – TIRO PIENO**  
**CONDUTTORI Ø 31,5 mm – EDS 21% - ZONA “A”**

**UTILIZZAZIONE DEL SOSTEGNO “E”**  
CALCOLO DELLE AZIONI ESTERNE SUL SOSTEGNO

**Storia delle revisioni**

Rev. 00	del 13/09/2007	Prima emissione
---------	----------------	-----------------

Elaborato		Verificato		Approvato
L. Alario		L. Alario		<b>R. Rendina</b>
ING-ILC-COL		ING-ILC-COL		<b>ING-ILC</b>

m010CI-LG001-r02

CALCOLO ESEGUITO IN CONFORMITA' AL D.M. DEL 21/03/1988  
DI CUI ALLA LEGGE N. 339 DEL 28/06/1986

PER IL CALCOLO DI VERIFICA DEL SOSTEGNO VEDERE  
ELABORATO: **CESI prot. A7014927 – Rev.0 – Settembre 2007**

## 1) CARATTERISTICHE GENERALI

Conduttore	All. Acc. Ø 31,5 mm (RQUT0000C2)
Corda di guardia (*)	Acciaio Ø 11,5 mm (LC23) - Acciaio rivestito di alluminio Ø 11,5 mm (LC51) Corda di guardia con fibre ottiche Ø 17,9 mm (LC50)
Isolatori	Vetro temprato a cappa e perno in catene di 9 elementi nelle sospensioni semplici e di 9 elementi nelle sospensioni doppie e amarri.
Tipo fondazione	In calcestruzzo a piedini separati
Tipo sfera di segnalazione aerea	Diametro 60 cm; peso 5,5 Kg; passo di installazione ≤ 30 m.
Messa a terra	Secondo le norme citate
Larghezza linea	8,4 m tra i conduttori esterni

## 2) CONDUTTORI E CORDA DI GUARDIA

### 2.1 CARATTERISTICHE PRINCIPALI

		CONDUTTORE	CORDA DI GUARDIA		
		RQUT0000C2	LC 23	LC 51	LC 50
MATERIALE		All. Acc.	Acciaio	Acc.rivestito di All.	Al + Lega Al + Acciaio
DIAMETRO CIRCOSCRITTO (mm)		31,5	11,5	11,5	17,9
SEZIONI TEORICHE	ALLUMINIO (mm <sup>2</sup> )	519,50	0	0	118,90 (Al + Lega Al)
	ACCIAIO (mm <sup>2</sup> )	65,80	78,94	80,65	57,70
	TOTALE (mm <sup>2</sup> )	583,30	78,94	80,65	176,60
MASSA UNITARIA (Kg/m)		1,953	0,621	0,537	0,820
MODULO DI ELASTICITA' (N/mm <sup>2</sup> )		68000	175000	155000	88000
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE (1/°C)		19,4 X 10 <sup>-6</sup>	11,5 X 10 <sup>-6</sup>	13 X 10 <sup>-6</sup>	17 X 10 <sup>-6</sup>
CARICO DI ROTTURA (daN)		16852	12231	9000	10600

### 2.2 CONDIZIONE BASE E CONDIZIONE DERIVATA

#### - CONDIZIONE BASE

**EDS:** (Every Day Stress) 15°C, conduttore scarico

In detta condizione il tiro orizzontale è stato assunto costante al variare della campata equivalente della tratta (ovvero della campata reale per la corda di guardia). I valori di tiro per conduttore e corda di guardia sono:

	CONDUTTORE	CORDA DI GUARDIA		
	RQUT0000C2	LC 23	LC 51	LC 50
<b>TIRO ORIZZONTALE T<sub>0</sub> (daN)</b>	<b>3540</b>	<b>1296</b>	<b>1161</b>	<b>1643</b>

#### - CONDIZIONE DERIVATA

**MSA:** -5°C, vento alla velocità di 130 km/h

(\*) Corde di guardia diverse da quelle indicate potranno essere utilizzate purchè vengano rispettati i valori massimi delle azioni trasmesse dalla corda LC50.

In detta condizione i tiri vengono ottenuti risolvendo la equazione del cambiamento di stato:

$$\alpha (\Theta_d - \Theta_b) + \frac{1}{SE} (T_d - T_b) = \frac{p'_d{}^2 L^2}{24 T_d^2} - \frac{p'_b{}^2 L^2}{24 T_b^2} \quad (1)$$

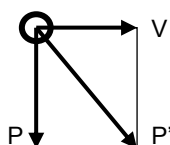
Ove:

- $\Theta_d$  = Temperatura della condizione derivata
- $\Theta_b$  = Temperatura della condizione base
- S = Sezione totale del conduttore
- E = Modulo di elasticità
- $T_d$  = Tiro orizzontale della condizione derivata
- $T_b$  = Tiro orizzontale della condizione base
- $P'_d$  = Carico risultante per metro di conduttore nella condizione derivata
- $P'_b$  = Carico risultante per metro di conduttore nella condizione base
- L = Campata equivalente (\*) della tratta nel caso di conduttore ovvero campata reale nel caso di corda di guardia

I valori di spinta del vento per metro di conduttore, di peso per metro di conduttore e di carico risultante per metro di conduttore sono riportati nella seguente tabella:

		CONDUTTORE	CORDA DI GUARDIA (**)		
		RQUT0000C2	LC 23	LC 51	LC 50
<b>CONDIZIONE EDS</b>	V (daN/m)	0	0	0	0
	P (daN/m)	1,9159	0,6090	0,5270	0,8044
	P' (daN/m)	1,9159	0,6090	0,5270	0,8044
<b>CONDIZIONE MSA</b>	V (daN/m)	2,2249	0,8122 (1,0896)	0,8122 (1,0896)	1,2643 (1,5417)
	P (daN/m)	1,9159	0,6090 (0,7889)	0,5270 (0,7069)	0,8044 (0,9842)
	P' (daN/m)	2,9361	1,0152 (1,3452)	0,9682 (1,2988)	1,4985 (1,8291)

(\*\*) I valori tra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate con sfere di segnalazione per il volo a bassa quota con diametro di 60 cm installate sull'intera campata.



V = spinta del vento per metro di conduttore (daN/m)

P = peso per metro di conduttore (daN/m)

$P' = \sqrt{V^2 + P^2}$  = carico risultante per metro di conduttore (daN/m)

(\*)  $L = \sqrt{\frac{\sum Li^3}{\sum Li}}$  ove le  $Li$  sono le campate reali comprese fra due successivi amari

### 3) UTILIZZAZIONE MECCANICA DEL SOSTEGNO

#### 3.1 FORMULE PER IL CALCOLO DELLE AZIONI ESTERNE

Il calcolo del sostegno è stato eseguito tenendo conto delle azioni esterne dei conduttori e delle corde di guardia nella ipotesi **MSA**.

Le formule per il calcolo di tali azioni, sia per conduttori che per corde di guardia (supposti integri), sono le seguenti:

$$\text{Conduttori} \quad \left\{ \begin{array}{ll} \text{Azione trasversale} & T = v C_m + 2 \operatorname{sen} \delta/2 T_0 + t^* \quad (2) \\ \text{Azione verticale} & P = p C_m + K T_0 + p^* \quad (3) \end{array} \right.$$

Ove:

- v = spinta del vento per metro di conduttore
- p = peso per metro di conduttore i valori di v e di p sono riportati in 2.2
- t\* = spinta del vento su isolatori e morsetteria
- p\* = peso di isolatori e morsetteria
- T<sub>0</sub> = tiro orizzontale nel conduttore

I valori di t\* e p\* e T<sub>0</sub> sono riportati nella seguente tabella:

	CONDUTTORE			CORDA DI GUARDIA (**)				
	RQUT0000C2	ISOLATORI E MORSETTERIA		LC 23	LC 51	LC 50	ISOLATORI E MORSETTERIA	
	To (daN)	t* (daN)	p* (daN)	To (daN)	To (daN)	To (daN)	t* (daN)	p* (daN)
<b>MSA</b>	<b>5450</b>	<b>120</b>	<b>170</b>	<b>2120 (2745)</b>	<b>2077 (2711)</b>	<b>2985 (3580)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

(\*\*) I valori tra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate con sfere di segnalazione per il volo a bassa quota con diametro di 60 cm installate sull'intera campata.

I suddetti tiri sono stati ottenuti mediante la equazione del cambiamento di stato e rappresentano i massimi valori che il tiro assume nella suddetta ipotesi:

per i conduttori in un intervallo di campate equivalenti pari a 200 ÷ 800 m

per le corde di guardia in un intervallo di campate reali pari a 100 ÷ 1000 m

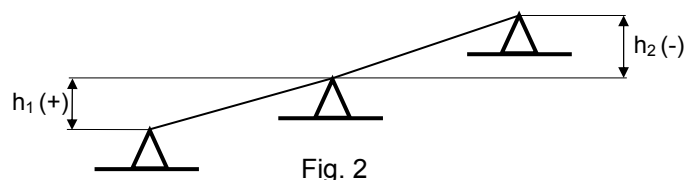
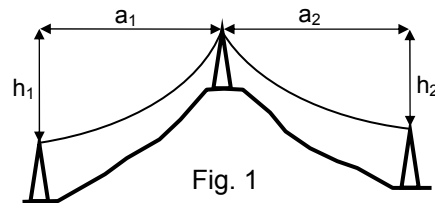
Dal confronto dei tiri orizzontali, delle spinte vento e dei pesi delle corde di guardia nelle diverse ipotesi si evince che la corda di guardia LC50 è quella che induce sul sostegno in esame le maggiori azioni esterne.

Pertanto il diagramma di utilizzazione (punto 3.2) e le azioni esterne (punto 3.3) sono state determinati con la corda di guardia LC50. L'utilizzo di altre corde di guardia diverse da LC50 obbligano il Progettista a realizzare le necessarie verifiche strutturali e a descriverne il diagramma di impiego (fig.3).

caratteristiche geometriche del picchetto:

- C<sub>m</sub> = campata media
- δ = angolo di deviazione
- K = costante altimetrica (\*)

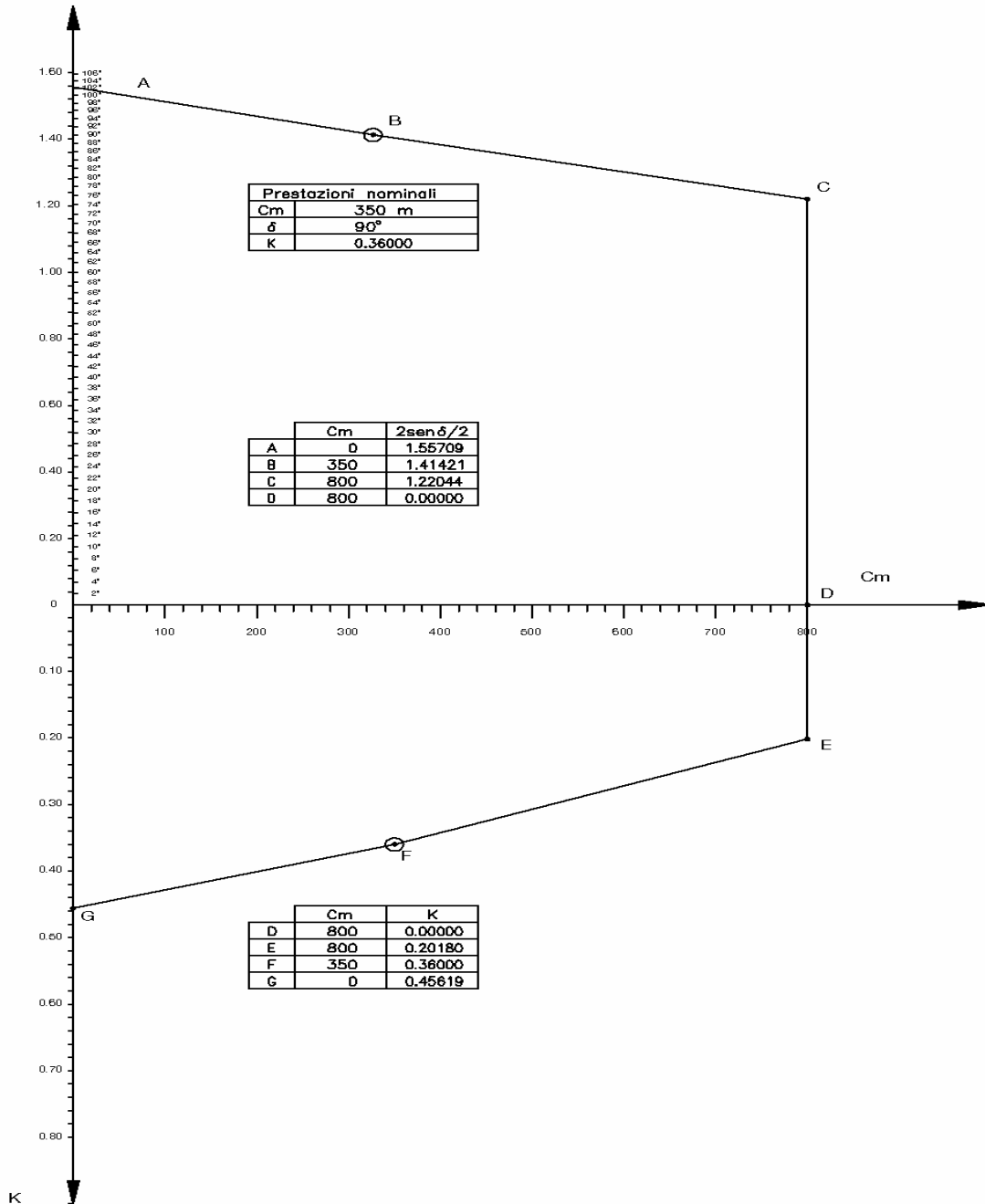
$$k = \frac{h_1}{a_1} + \frac{h_2}{a_2} \quad (\text{vedi fig.1})$$



(\*) L'espressione di K è la seguente:  
 ove le campate “a” hanno sempre segno positivo ed i dislivelli “h” segno positivo o negativo secondo lo schema di fig. 2

### 3.2 DIAGRAMMA DI UTILIZZAZIONE DEL SOSTEGNO

$2 \text{ sen}(\delta/2)$



**IL DIAGRAMMA DELIMITA**

- a) Nel piano ( $C_m, \delta$ ) un insieme di punti ai quali corrisponde un'azione trasversale complessiva non superiore a quella di calcolo del sostegno (campo di utilizzazione trasversale)
- b) Nel piano ( $C_m, K$ ) un insieme di punti ai quali corrisponde un'azione verticale complessiva non superiore a quella di calcolo del sostegno (campo di utilizzazione verticale)

Pertanto, affinché il sostegno possa essere impiegato in un picchetto di caratteristiche geometriche ( $C_{m_i}, \delta_i, K_i$ ) è necessario che i punti ( $C_{m_i}, \delta_i$ ) e ( $C_{m_i}, K_i$ ) siano compresi rispettivamente nei campi di utilizzazione trasversale e verticale.

**3.3 AZIONI PER IL CALCOLO DEL SOSTEGNO**

Sono state determinate le azioni esterne per il calcolo del sostegno in condizione MSA, sia nell'ipotesi di conduttori e corda di guardia integri (ipotesi normale), sia nell'ipotesi di rottura di un conduttore o della corda di guardia secondo quanto prescritto dalle norme (ipotesi eccezionale).

**IPOTESI NORMALE**

-Azioni trasversali e verticali:

Sono stati considerati i massimi valori che si verificano nelle più gravose condizioni d'impiego del sostegno (vedi diagramma di utilizzazione)

-Azioni longitudinali:

Sia per i conduttori che per le corde di guardia è stato considerato uno squilibrio di tiro per tener conto rispettivamente della diversa lunghezza delle campate equivalenti delle due tratte adiacenti al sostegno (conduttori) e della diversa lunghezza delle campate reali adiacenti al sostegno (corda di guardia).

Per ogni picchetto si dovrà perciò verificare mediante (1) che la effettiva differenza di tiro nella condizione MSA, sia minore o eguale dei valori di equilibrio considerato per il calcolo del sostegno.

Per un' indagine rapida sono stati costruiti i diagrammi riportati in fig. 3, che tiene conto dei massimi squilibri relativi al conduttore fig. 3a e alla corda di guardia calcolato con l'impiego delle sfere di segnalazione fig 3b .

Riportando in ascisse la campata maggiore ( $L_M$ ) [ campata equivalente per i conduttori fig.3a – campata reale per la corda di guardia fig.3b ] tra le due adiacenti al sostegno e in ordinata la minore ( $L_m$ ), se il punto di coordinata ( $L_M, L_m$ ) sta al disopra del diagramma la verifica è positiva poiché, lo squilibrio di tiro è minore di quello di calcolo.

Fig.3a

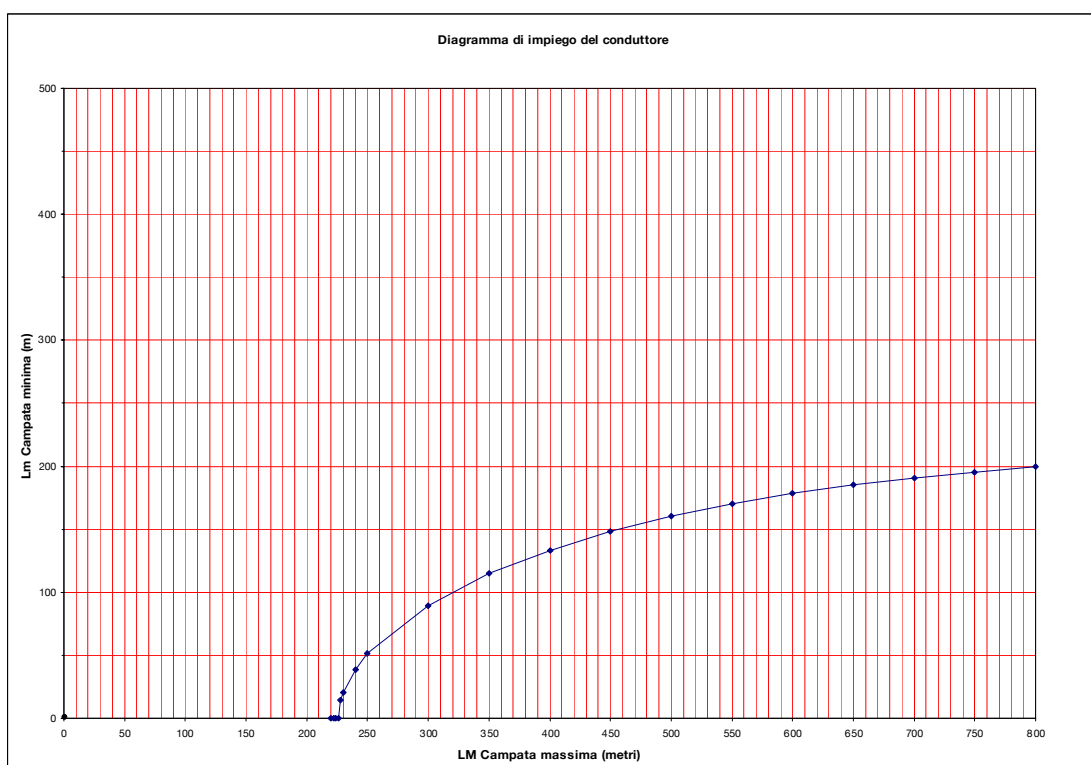
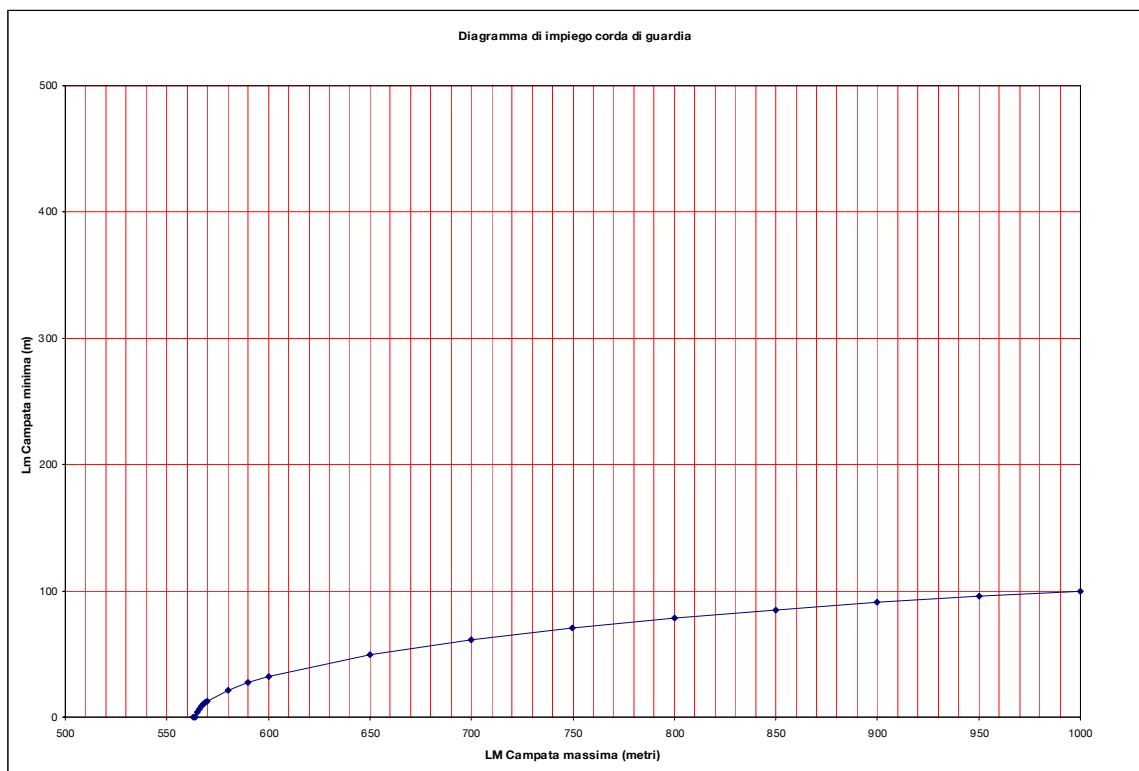




Fig. 3b



**IPTESI ECCEZIONALE:**

- Azioni trasversali e verticali:

per i conduttori i valori sono stati ottenuti dimezzando le corrispondenti azioni in ipotesi normale (tali valori non risultano esattamente la metà in quanto nelle due ipotesi sono state mantenute costanti la spinta del vento su isolatori e morsetteria ( $t^*$ ) ed il loro peso ( $p^*$ )).

Per la corda di guardia i valori sono stati ottenuti invece dimezzando le corrispondenti azioni in ipotesi normale.

- Azioni longitudinali:

sono state assunte pari al tiro  $T_0$

VALORI DELLE AZIONI ESTERNE PER IL CALCOLO DEL SOSTEGNO

Sono riportati nella seguente tabella:

STATO DEI CONDUTTORI	IPOTESI	CONDUTTORE			CORDA DI GUARDIA (*)		
		RQUT0000C2			LC50 (***)		
		T(daN)	P(daN)	L(daN)	T(daN)	P(daN)	L(daN)
MSA	NORMALE	8607	2803	220	(5603)	(1634)	(1200)
		8607	0	220	(5603)	(0)	(1200)
	ECCEZIONALE (**)	4364	1487	5450	(2802)	(817)	(3580)
		4364	0	5450	(2802)	(0)	(3580)

(\*) I valori tra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate con sfere di segnalazione per il volo a bassa quota con diametro di 60 cm installate sull'intera campata.

(\*\*) La norma CEI 11.4 al punto 2.04.05 prevede per la serie in oggetto formata da n° 6 conduttori di energia la rottura di uno dei conduttori o di una delle ventuali corde di guardia. I valori indicati si riferiscono, ovviamente, al solo conduttore (o corda di guardia) rotto.

Mediante le relazioni (2) e (3) si può verificare che per tutte le terne di prestazioni geometriche ( $C_m$ ,  $\delta$ ,  $K$ ) tali che il punto ( $C_m$ ,  $\delta$ ) sia compreso nel “campo di utilizzazione trasversale” e il punto ( $C_m$ ,  $K$ ) sia compreso nel “campo di utilizzazione verticale”, le azioni trasversali e verticali (sia per i conduttori che per corde di guardia) nella condizione MSA risultino inferiori od eguali a quelle considerate per il calcolo del sostegno e riportate nella tabella precedente.

(\*\*\*) Nel caso di utilizzo di corde di guardia di altra tipologia dovrà essere verificato il non superamento dei valori T , P , L, indicati.

#### 4) UTILIZZAZIONE MECCANICA DEL SOSTEGNO IMPIEGATO COME CAPOLINEA

Il sostegno E viene impiegato anche come capolinea, qui di seguito viene riportato il diagramma di utilizzazione relativo a tale impiego.

In esso si è indicato con  $\alpha$  l'angolo di deviazione della linea rispetto al piano di simmetria longitudinale del sostegno ( vedi Fig.4)

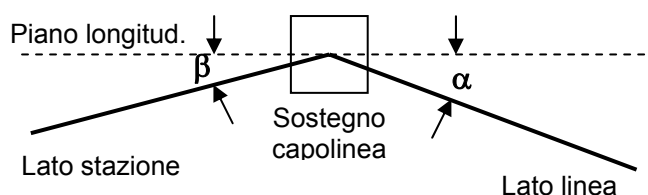
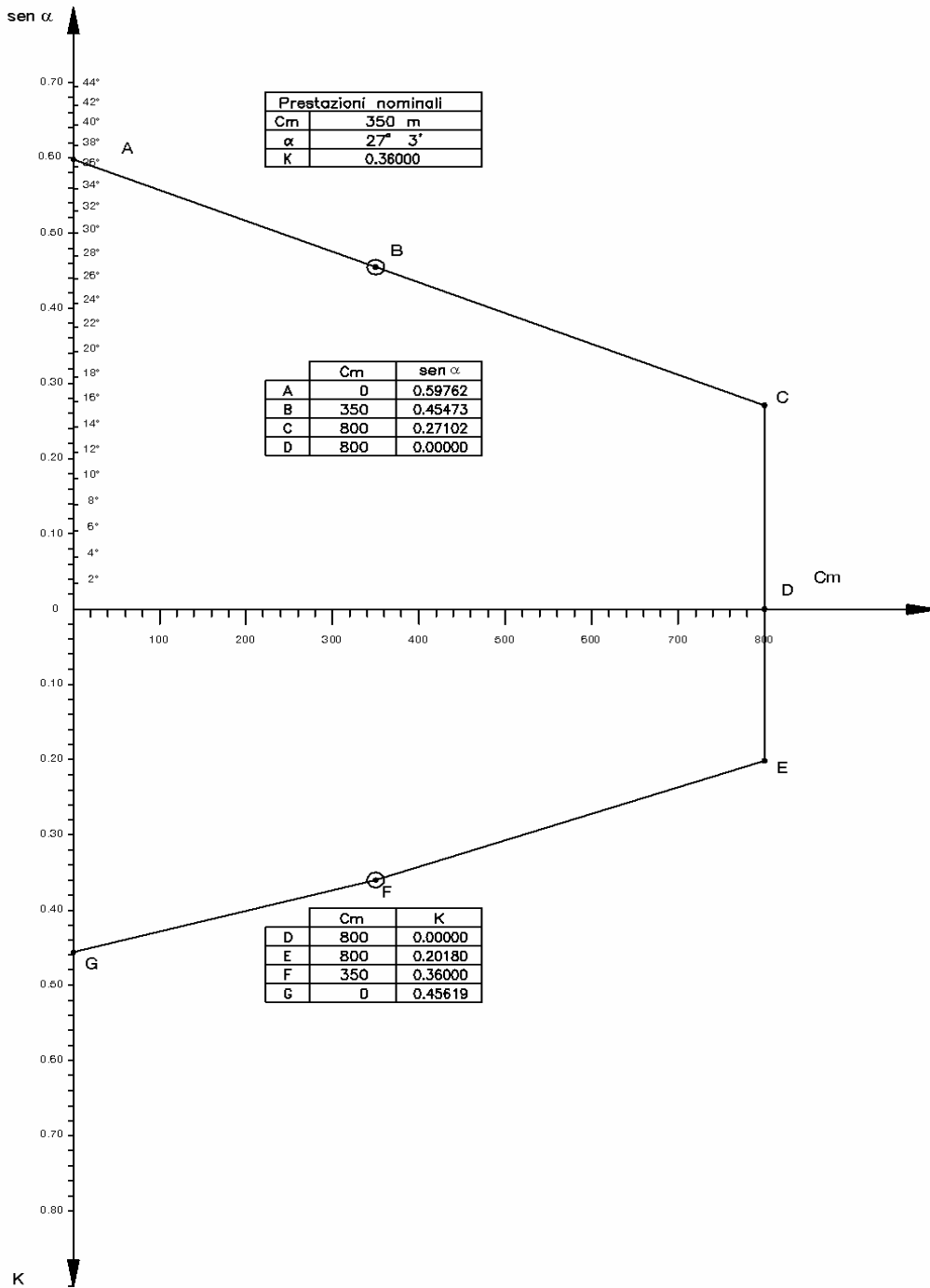


Fig. 4



VALORI DELLE AZIONI ESTERNE PER IL CALCOLO DEL SOSTEGNO

I valori delle azioni esterne per il calcolo del sostegno sono riportati nella seguente tabella:

STATO DEI CONDUTTORI	IPOTESI	CONDUTTORE			CORDA DI GUARDIA (*)		
		RQUT0000C2			LC50 (***)		
		T(daN)	P(daN)	L(daN)	T(daN)	P(daN)	L(daN)
MSA	NORMALE	3377	2803	5450	(3223)	(1634)	(3580)
		3377	0	5450	(3223)	(0)	(3580)
	ECCEZIONALE (**)	0	0	0	(0)	(0)	(0)
		0	0	0	(0)	(0)	(0)

Per quanto riguarda le prestazioni orizzontali i valori di T e di L sono stati determinati in base alla condizione di uguaglianza della loro somma T + L nelle condizioni di amarro e di capolinea, ed assunto per L il valore massimo di T<sub>0</sub>.

In una generica condizione di impiego del sostegno capolinea le azioni trasversali e longitudinali sono espresse dalle seguenti relazioni:

$$\text{Conduttori} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{Azione trasversale} \quad T = v C_m + T_0 \sin \alpha + t^* \quad (2') \\ \text{Azione longitudinale} \quad L = T_0 \cos \alpha + t^* \quad (3') \end{array} \right.$$

Si può verificare che per tutte le prestazioni geometriche ( C<sub>m</sub>, α ) comprese nel “campo di utilizzazione trasversale” la somma dei valori T ed L ricavati mediante la (2') e (3') ( sia per i conduttori che per la corda di guardia in entrambe le condizioni MSA ) risulti inferiore od eguale alla somma dei valori T ed L riportati in tabella e relativi alla condizione di impiego α = 0 cui corrisponde il massimo valore della azione longitudinale.

Per quanto riguarda le prestazioni verticali, esse sono rimaste invariate rispetto a quelle stabilite per il sostegno impiegato come amarro.

Si noti ancora che il sostegno è stato calcolato considerato nullo il tiro della campata di collegamento al portale di stazione.

N.B. Nella realtà tale tiro avrà un valore non nullo, benché modesto, ma ciò è a favore della sicurezza, purché l'angolo β (vedi Fig.4) non superi il valore di 45°.

Infatti se T'<sub>0</sub> ≠ 0 è il tiro ridotto, le espressioni 2' e 3' diventano:

$$\text{Conduttori} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{Azione trasversale} \quad T = v C_m + T_0 \sin \alpha + T'_0 \sin \beta + t^* \\ \text{Azione longitudinale} \quad L = T_0 \cos \alpha - T'_0 \cos \beta \end{array} \right.$$

E quindi la somma T + L non supera il valore del calcolo finché rimanga:

$$\sin \beta \leq \cos \beta \quad \text{ossia} \quad \beta \leq 45^\circ$$

- (\*) I valori tra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate con sfere di segnalazione per il volo a bassa quota con diametro di 60 cm installate sull'intera campata.
- (\*\*) La norma CEI 11.4 al punto 2.04.05 prevede per la serie in oggetto formata da n° 6 conduttori di energia la rottura di uno dei conduttori o di una delle ventuali corde di guardia. I valori indicati si riferiscono, ovviamente, al solo conduttore (o corda di guardia) rotto.

Mediante le relazioni (2) e (3) si può verificare che per tutte le terne di prestazioni geometriche ( $C_m$ ,  $\delta$ ,  $K$ ) tali che il punto ( $C_m$ ,  $\delta$ ) sia compreso nel “campo di utilizzazione trasversale” e il punto ( $C_m, K$ ) sia compreso nel “campo di utilizzazione verticale”, le azioni trasversali e verticali (sia per i conduttori che per corde di guardia) nella condizione MSA risultino inferiori od eguali a quelle considerate per il calcolo del sostegno e riportate nella tabella precedente.

- (\*\*\*) Nel caso di utilizzo di corde di guardia di altra tipologia dovrà essere verificato il non superamento dei valori  $T$ ,  $P$ ,  $L$ , indicati.

**LINEA ELETTRICA AEREA A 132-150 kV DOPPIA TERNA – TIRO PIENO**  
**CONDUTTORI Ø 31,5 mm – EDS 21% - ZONA "A"**

**UTILIZZAZIONE DEL SOSTEGNO "M"**  
CALCOLO DELLE AZIONI ESTERNE SUL SOSTEGNO

**Storia delle revisioni**

Rev. 00	del 13/09/2007	Prima emissione
---------	----------------	-----------------

Elaborato		Verificato		Approvato
L. Alario		L. Alario		<b>R. Rendina</b>
ING-ILC-COL		ING-ILC-COL		<b>ING-ILC</b>

m010CI-LG001-r02

CALCOLO ESEGUITO IN CONFORMITA' AL D.M. DEL 21/03/1988  
DI CUI ALLA LEGGE N. 339 DEL 28/06/1986

PER IL CALCOLO DI VERIFICA DEL SOSTEGNO VEDERE  
ELABORATO: **CESI prot. A7014924 – Rev.0 – Settembre 2007**

## 1) CARATTERISTICHE GENERALI

Conduttore	All. Acc. Ø 31,5 mm (RQUT0000C2)
Corda di guardia (*)	Acciaio Ø 11,5 mm (LC23) - Acciaio rivestito di alluminio Ø 11,5 mm (LC51) Corda di guardia con fibre ottiche Ø 17,9 mm (LC50)
Isolatori	Vetro temprato a cappa e perno in catene di 9 elementi nelle sospensioni semplici e di 9 elementi nelle sospensioni doppie e amarri.
Tipo fondazione	In calcestruzzo a piedini separati
Tipo sfera di segnalazione aerea	Diametro 60 cm; peso 5,5 Kg; passo di installazione ≤ 30 m.
Messa a terra	Secondo le norme citate
Larghezza linea	8,4 m tra i conduttori esterni

## 2) CONDUTTORI E CORDA DI GUARDIA

### 2.1 CARATTERISTICHE PRINCIPALI

		CONDUTTORE	CORDA DI GUARDIA		
		RQUT0000C2	LC 23	LC 51	LC 50
MATERIALE		All. Acc.	Acciaio	Acc.rivestito di All.	Al + Lega Al + Acciaio
DIAMETRO CIRCOSCRITTO (mm)		31,5	11,5	11,5	17,9
SEZIONI TEORICHE	ALLUMINIO (mm <sup>2</sup> )	519,50	0	0	118,90 (Al + Lega Al)
	ACCIAIO (mm <sup>2</sup> )	65,80	78,94	80,65	57,70
	TOTALE (mm <sup>2</sup> )	583,30	78,94	80,65	176,60
MASSA UNITARIA (Kg/m)		1,953	0,621	0,537	0,820
MODULO DI ELASTICITA' (N/mm <sup>2</sup> )		68000	175000	155000	88000
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE (1/°C)		19,4 X 10 <sup>-6</sup>	11,5 X 10 <sup>-6</sup>	13 X 10 <sup>-6</sup>	17 X 10 <sup>-6</sup>
CARICO DI ROTTURA (daN)		16852	12231	9000	10600

### 2.2 CONDIZIONE BASE E CONDIZIONE DERIVATA

#### - CONDIZIONE BASE

**EDS:** (Every Day Stress) 15°C, conduttore scarico

In detta condizione il tiro orizzontale è stato assunto costante al variare della campata equivalente della tratta (ovvero della campata reale per la corda di guardia). I valori di tiro per conduttore e corda di guardia sono:

	CONDUTTORE	CORDA DI GUARDIA		
	RQUT0000C2	LC 23	LC 51	LC 50
<b>TIRO ORIZZONTALE T<sub>0</sub> (daN)</b>	<b>3540</b>	<b>1296</b>	<b>1161</b>	<b>1643</b>

#### - CONDIZIONE DERIVATA

**MSA:** -5°C, vento alla velocità di 130 km/h

(\*) Corde di guardia diverse da quelle indicate potranno essere utilizzate purchè vengano rispettati i valori massimi delle azioni trasmesse dalla corda LC50.



In detta condizione i tiri vengono ottenuti risolvendo la equazione del cambiamento di stato:

$$\alpha (\Theta_d - \Theta_b) + \frac{1}{SE} (T_d - T_b) = \frac{p'_d{}^2 L^2}{24 T_d^2} - \frac{p'_b{}^2 L^2}{24 T_b^2} \quad (1)$$

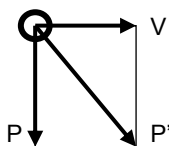
Ove:

- $\Theta_d$  = Temperatura della condizione derivata
- $\Theta_b$  = Temperatura della condizione base
- S = Sezione totale del conduttore
- E = Modulo di elasticità
- $T_d$  = Tiro orizzontale della condizione derivata
- $T_b$  = Tiro orizzontale della condizione base
- $P'_d$  = Carico risultante per metro di conduttore nella condizione derivata
- $P'_b$  = Carico risultante per metro di conduttore nella condizione base
- L = Campata equivalente (\*) della tratta nel caso di conduttore ovvero campata reale nel caso di corda di guardia

I valori di spinta del vento per metro di conduttore, di peso per metro di conduttore e di carico risultante per metro di conduttore sono riportati nella seguente tabella:

		CONDUTTORE	CORDA DI GUARDIA (**)		
		RQUT0000C2	LC 23	LC 51	LC 50
<b>CONDIZIONE EDS</b>	V (daN/m)	0	0	0	0
	P (daN/m)	1,9159	0,6090	0,5270	0,8044
	P' (daN/m)	1,9159	0,6090	0,5270	0,8044
<b>CONDIZIONE MSA</b>	V (daN/m)	2,2249	0,8122 (1,0896)	0,8122 (1,0896)	1,2643 (1,5417)
	P (daN/m)	1,9159	0,6090 (0,7889)	0,5270 (0,7069)	0,8044 (0,9842)
	P' (daN/m)	2,9361	1,0152 (1,3452)	0,9682 (1,2988)	1,4985 (1,8291)

(\*\*) I valori tra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate con sfere di segnalazione per il volo a bassa quota con diametro di 60 cm installate sull'intera campata.



V = spinta del vento per metro di conduttore (daN/m)

P = peso per metro di conduttore (daN/m)

$P' = \sqrt{v^2 + p^2}$  = carico risultante per metro di conduttore (daN/m)

(\*)  $L = \sqrt{\frac{\sum Li^3}{\sum Li}}$  ove le  $Li$  sono le campate reali comprese fra due successivi amari

### 3) UTILIZZAZIONE MECCANICA DEL SOSTEGNO

#### 3.1 FORMULE PER IL CALCOLO DELLE AZIONI ESTERNE

Il calcolo del sostegno è stato eseguito tenendo conto delle azioni esterne dei conduttori e delle corde di guardia nella ipotesi **MSA**.

Le formule per il calcolo di tali azioni, sia per conduttori che per corde di guardia (supposti integri), sono le seguenti:

$$\text{Conduttori} \quad \left\{ \begin{array}{ll} \text{Azione trasversale} & T = v C_m + 2 \operatorname{sen} \delta/2 T_0 + t^* \quad (2) \\ \text{Azione verticale} & P = p C_m + K T_0 + p^* \quad (3) \end{array} \right.$$

Ove:

- v = spinta del vento per metro di conduttore
- p = peso per metro di conduttore i valori di v e di p sono riportati in 2.2
- t\* = spinta del vento su isolatori e morsetteria
- p\* = peso di isolatori e morsetteria
- T<sub>0</sub> = tiro orizzontale nel conduttore

I valori di t\* e p\* e T<sub>0</sub> sono riportati nella seguente tabella:

	CONDUTTORE			CORDA DI GUARDIA (**)				
	RQUT0000C2	ISOLATORI E MORSETTERIA		LC 23	LC 51	LC 50	ISOLATORI E MORSETTERIA	
		To (daN)	t* (daN)				p* (daN)	To (daN)
<b>MSA</b>	<b>5450</b>	<b>100</b>	<b>150</b>	<b>2120 (2745)</b>	<b>2077 (2711)</b>	<b>2985 (3580)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

(\*\*) I valori tra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate con sfere di segnalazione per il volo a bassa quota con diametro di 60 cm installate sull'intera campata.

I suddetti tiri sono stati ottenuti mediante la equazione del cambiamento di stato e rappresentano i massimi valori che il tiro assume nella suddetta ipotesi:

per i conduttori in un intervallo di campate equivalenti pari a 200 ÷ 800 m

per le corde di guardia in un intervallo di campate reali pari a 100 ÷ 1000 m

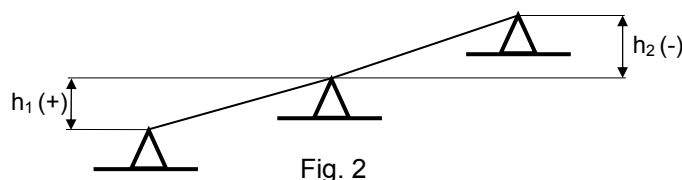
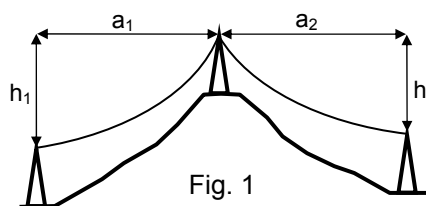
Dal confronto dei tiri orizzontali, delle spinte vento e dei pesi delle corde di guardia nelle diverse ipotesi si evince che la corda di guardia LC50 è quella che induce sul sostegno in esame le maggiori azioni esterne.

Pertanto il diagramma di utilizzazione (punto 3.2) e le azioni esterne (punto 3.3) sono state determinati con la corda di guardia LC50. L'utilizzo di altre corde di guardia diverse da LC50 obbligano il Progettista a realizzare le necessarie verifiche strutturali e a descriverne il diagramma di impiego (fig.3).

caratteristiche geometriche del picchetto:

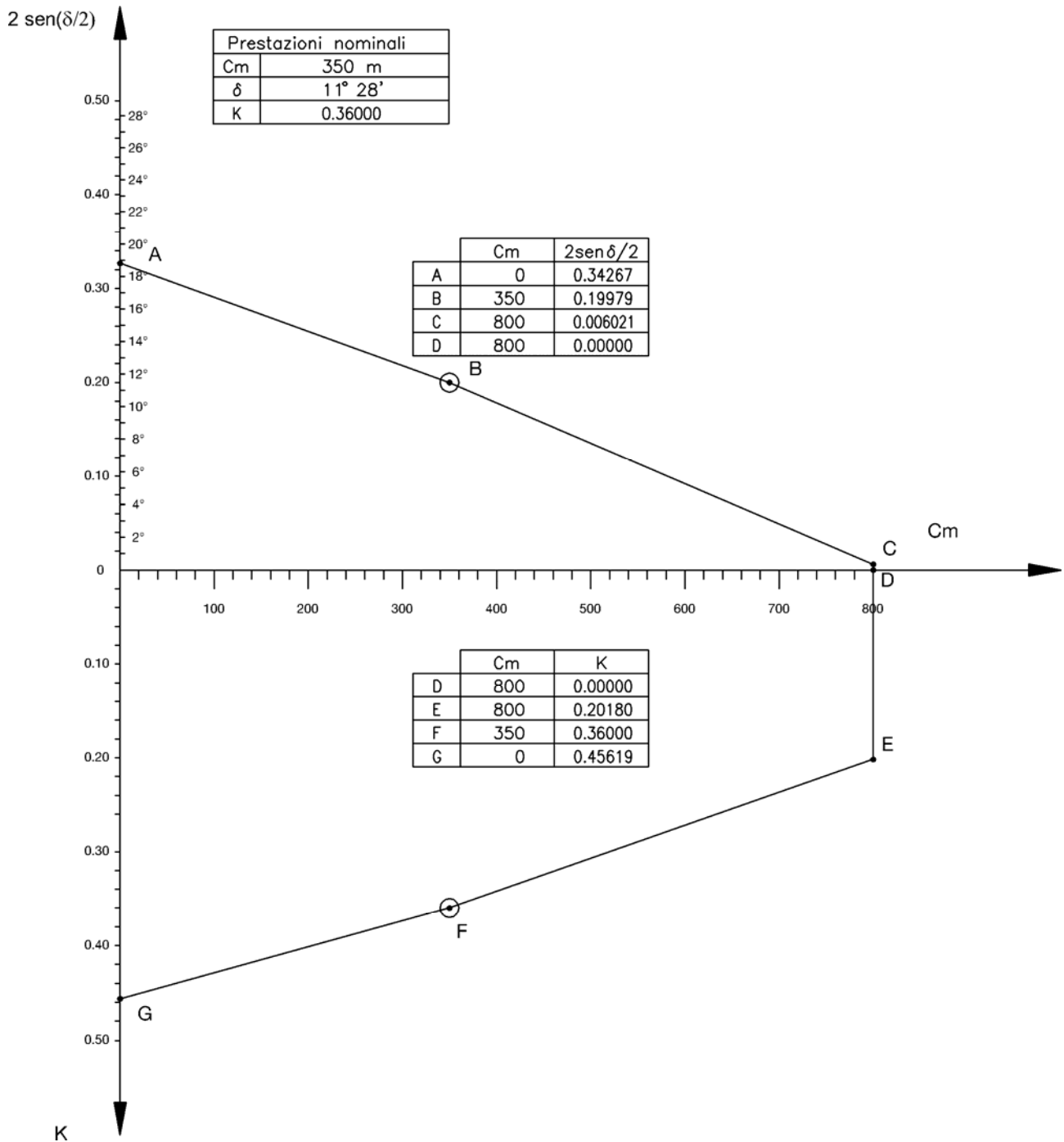
- C<sub>m</sub> = campata media
- δ = angolo di deviazione
- K = costante altimetrica (\*)

$$k = \frac{h_1}{a_1} + \frac{h_2}{a_2} \quad (\text{vedi fig.1})$$



(\*) L'espressione di K è la seguente:  
ove le campate "a" hanno sempre segno positivo ed i dislivelli "h" segno positivo o negativo secondo lo schema di fig. 2

### 3.2 DIAGRAMMA DI UTILIZZAZIONE DEL SOSTEGNO



### IL DIAGRAMMA DELIMITA

- a) Nel piano  $(C_m, \delta)$  un insieme di punti ai quali corrisponde un'azione trasversale complessiva non superiore a quella di calcolo del sostegno (campo di utilizzazione trasversale)
- b) Nel piano  $(C_m, K)$  un insieme di punti ai quali corrisponde un'azione verticale complessiva non superiore a quella di calcolo del sostegno (campo di utilizzazione verticale)

Pertanto, affinché il sostegno possa essere impiegato in un picchetto di caratteristiche geometriche  $(C_{m_i}, \delta_i, K_i)$  è necessario che i punti  $(C_{m_i}, \delta_i)$  e  $(C_{m_i}, K_i)$  siano compresi rispettivamente nei campi di utilizzazione trasversale e verticale.

### 3.3 AZIONI PER IL CALCOLO DEL SOSTEGNO

Sono state determinate le azioni esterne per il calcolo del sostegno in condizione MSA, sia nell'ipotesi di conduttori e corda di guardia integri (ipotesi normale), sia nell'ipotesi di rottura di un conduttore o della corda di guardia secondo quanto prescritto dalle norme (ipotesi eccezionale).

#### IPOTESI NORMALE

-Azioni trasversali e verticali:

Sono stati considerati i massimi valori che si verificano nelle più gravose condizioni d'impiego del sostegno (vedi diagramma di utilizzazione)

-Azioni longitudinali:

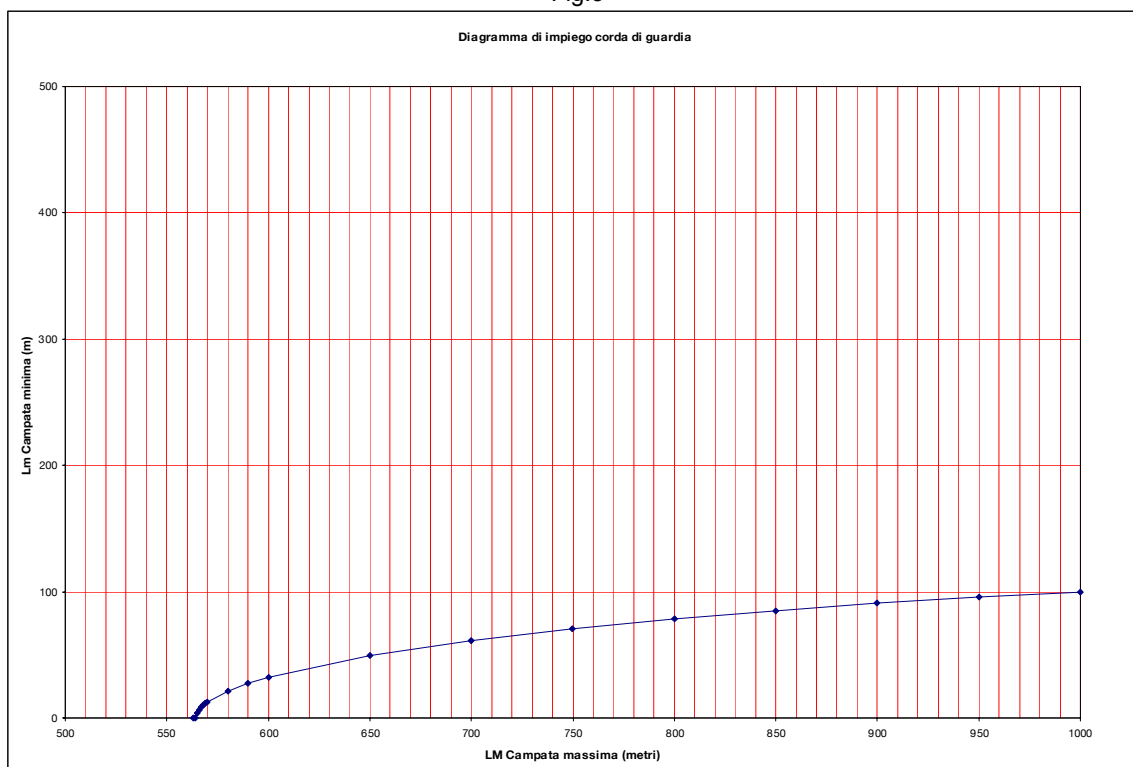
per la corda di guardia (amarrata ad ogni sostegno) è stato considerato uno squilibrio di tiro per tenere conto della diversa lunghezza delle campate adiacenti al sostegno.

Per ogni picchetto si dovrà perciò verificare mediante (1) che la effettiva differenza di tiro nella condizione MSA, per la corda di guardia che si intende impiegare sia minore o eguale dei valori di squilibrio considerati per il calcolo del sostegno.

Per un' indagine rapida è stato costruito il diagramma di fig. 3 , che tiene conto dei massimi squilibri, relativi alla corda di guardia, calcolato con l'impiego delle sfere di segnalazione sia sulla campata minima che sulla campata massima.

Riportando in ascisse la campata maggiore  $(L_M)$  tra le due adiacenti al sostegno e in ordinata la minore  $(L_m)$ , se il punto di coordinata  $(L_M, L_m)$  sta al disopra del diagramma la verifica è positiva poiché, lo squilibrio di tiro è minore di quello di calcolo.

Fig.3



**IPOTESI ECCEZIONALE:**

- Azioni trasversali e verticali:

per i conduttori i valori sono stati ottenuti dimezzando le corrispondenti azioni in ipotesi normale (tali valori non risultano esattamente la metà in quanto nelle due ipotesi sono state mantenute costanti la spinta del vento su isolatori e morsetteria ( $t^*$ ) ed il loro peso ( $p^*$ )).

Per la corda di guardia i valori sono stati ottenuti invece dimezzando le corrispondenti azioni in ipotesi normale.

- Azioni longitudinali:

sono state assunte pari al tiro  $T_0$

**VALORI DELLE AZIONI ESTERNE PER IL CALCOLO DEL SOSTEGNO**

Sono riportati nella seguente tabella:

STATO DEI CONDUTTORI	IPOTESI	CONDUTTORE			CORDA DI GUARDIA (*)		
		RQUT0000C2			LC50 (***)		
		T(daN)	P(daN)	L(daN)	T(daN)	P(daN)	L(daN)
MSA	NORMALE	1968	2783	0	(1255)	(1634)	(1200)
		1968	0	0	(1255)	(0)	(1200)
	ECCEZIONALE (**)	1034	1467	5450	(628)	(817)	(3580)
		1034	0	5450	(628)	(0)	(3580)

(\*) I valori tra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate con sfere di segnalazione per il volo a bassa quota con diametro di 60 cm installate sull'intera campata.

(\*\*) La norma CEI 11.4 al punto 2.04.05 prevede per la serie in oggetto formata da n° 6 conduttori di energia la rottura di uno dei conduttori o di una delle ventuali corde di guardia. I valori indicati si riferiscono, ovviamente, al solo conduttore (o corda di guardia) rotto.

Mediante le relazioni (2) e (3) si può verificare che per tutte le terne di prestazioni geometriche ( $C_m$ ,  $\delta$ ,  $K$ ) tali che il punto ( $C_m$ ,  $\delta$ ) sia compreso nel “campo di utilizzazione trasversale” e il punto ( $C_m$ ,  $K$ ) sia compreso nel “campo di utilizzazione verticale”, le azioni trasversali e verticali (sia per i conduttori che per corde di guardia) nella condizione MSA risultino inferiori od eguali a quelle considerate per il calcolo del sostegno e riportate nella tabella precedente.

(\*\*\*) Nel caso di utilizzo di corde di guardia di altra tipologia dovrà essere verificato il non superamento dei valori  $T$ ,  $P$ ,  $L$ , indicati.

**LINEA ELETTRICA AEREA A 132-150 kV DOPPIA TERNA – TIRO PIENO**  
**CONDUTTORI Ø 31,5 mm – EDS 21% - ZONA “A”**

**UTILIZZAZIONE DEL SOSTEGNO “N”**  
CALCOLO DELLE AZIONI ESTERNE SUL SOSTEGNO

**Storia delle revisioni**

Rev. 00	del 13/09/2007	Prima emissione
---------	----------------	-----------------

Elaborato		Verificato		Approvato
L. Alario		L. Alario		<b>R. Rendina</b>
ING-ILC-COL		ING-ILC-COL		<b>ING-ILC</b>

m010CI-LG001-r02

CALCOLO ESEGUITO IN CONFORMITA' AL D.M. DEL 21/03/1988  
DI CUI ALLA LEGGE N. 339 DEL 28/06/1986

PER IL CALCOLO DI VERIFICA DEL SOSTEGNO VEDERE  
ELABORATO: **CESI prot. A7014925 – Rev.0 – Settembre 2007**

## 1) CARATTERISTICHE GENERALI

Conduttore	All. Acc. Ø 31,5 mm (RQUT0000C2)
Corda di guardia (*)	Acciaio Ø 11,5 mm (LC23) - Acciaio rivestito di alluminio Ø 11,5 mm (LC51) Corda di guardia con fibre ottiche Ø 17,9 mm (LC50)
Isolatori	Vetro temprato a cappa e perno in catene di 9 elementi nelle sospensioni semplici e di 9 elementi nelle sospensioni doppie e amarri.
Tipo fondazione	In calcestruzzo a piedini separati
Tipo sfera di segnalazione aerea	Diametro 60 cm; peso 5,5 Kg; passo di installazione ≤ 30 m.
Messa a terra	Secondo le norme citate
Larghezza linea	8,4 m tra i conduttori esterni

## 2) CONDUTTORI E CORDA DI GUARDIA

### 2.1 CARATTERISTICHE PRINCIPALI

		CONDUTTORE	CORDA DI GUARDIA		
		RQUT0000C2	LC 23	LC 51	LC 50
MATERIALE		All. Acc.	Acciaio	Acc.rivestito di All.	Al + Lega Al + Acciaio
DIAMETRO CIRCOSCRITTO (mm)		31,5	11,5	11,5	17,9
SEZIONI TEORICHE	ALLUMINIO (mm <sup>2</sup> )	519,50	0	0	118,90 (Al + Lega Al)
	ACCIAIO (mm <sup>2</sup> )	65,80	78,94	80,65	57,70
	TOTALE (mm <sup>2</sup> )	583,30	78,94	80,65	176,60
MASSA UNITARIA (Kg/m)		1,953	0,621	0,537	0,820
MODULO DI ELASTICITA' (N/mm <sup>2</sup> )		68000	175000	155000	88000
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE (1/°C)		19,4 X 10 <sup>-6</sup>	11,5 X 10 <sup>-6</sup>	13 X 10 <sup>-6</sup>	17 X 10 <sup>-6</sup>
CARICO DI ROTTURA (daN)		16852	12231	9000	10600

### 2.2 CONDIZIONE BASE E CONDIZIONE DERIVATA

#### - CONDIZIONE BASE

**EDS:** (Every Day Stress) 15°C, conduttore scarico

In detta condizione il tiro orizzontale è stato assunto costante al variare della campata equivalente della tratta (ovvero della campata reale per la corda di guardia). I valori di tiro per conduttore e corda di guardia sono:

	CONDUTTORE	CORDA DI GUARDIA		
	RQUT0000C2	LC 23	LC 51	LC 50
<b>TIRO ORIZZONTALE T<sub>0</sub> (daN)</b>	<b>3540</b>	<b>1296</b>	<b>1161</b>	<b>1643</b>

#### - CONDIZIONE DERIVATA

**MSA:** -5°C, vento alla velocità di 130 km/h

(\*) Corde di guardia diverse da quelle indicate potranno essere utilizzate purchè vengano rispettati i valori massimi delle azioni trasmesse dalla corda LC50.



In detta condizione i tiri vengono ottenuti risolvendo la equazione del cambiamento di stato:

$$\alpha (\Theta_d - \Theta_b) + \frac{1}{SE} (T_d - T_b) = \frac{p'_d{}^2 L^2}{24 T_d^2} - \frac{p'_b{}^2 L^2}{24 T_b^2} \quad (1)$$

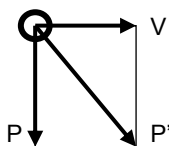
Ove:

- $\Theta_d$  = Temperatura della condizione derivata
- $\Theta_b$  = Temperatura della condizione base
- S = Sezione totale del conduttore
- E = Modulo di elasticità
- $T_d$  = Tiro orizzontale della condizione derivata
- $T_b$  = Tiro orizzontale della condizione base
- $P'_d$  = Carico risultante per metro di conduttore nella condizione derivata
- $P'_b$  = Carico risultante per metro di conduttore nella condizione base
- L = Campata equivalente (\*) della tratta nel caso di conduttore ovvero campata reale nel caso di corda di guardia

I valori di spinta del vento per metro di conduttore, di peso per metro di conduttore e di carico risultante per metro di conduttore sono riportati nella seguente tabella:

		CONDUTTORE	CORDA DI GUARDIA (**)		
		RQUT0000C2	LC 23	LC 51	LC 50
<b>CONDIZIONE EDS</b>	V (daN/m)	0	0	0	0
	P (daN/m)	1,9159	0,6090	0,5270	0,8044
	P' (daN/m)	1,9159	0,6090	0,5270	0,8044
<b>CONDIZIONE MSA</b>	V (daN/m)	2,2249	0,8122 (1,0896)	0,8122 (1,0896)	1,2643 (1,5417)
	P (daN/m)	1,9159	0,6090 (0,7889)	0,5270 (0,7069)	0,8044 (0,9842)
	P' (daN/m)	2,9361	1,0152 (1,3452)	0,9682 (1,2988)	1,4985 (1,8291)

(\*\*) I valori tra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate con sfere di segnalazione per il volo a bassa quota con diametro di 60 cm installate sull'intera campata.



V = spinta del vento per metro di conduttore (daN/m)

P = peso per metro di conduttore (daN/m)

$P' = \sqrt{v^2 + p^2}$  = carico risultante per metro di conduttore (daN/m)

(\*)  $L = \sqrt{\frac{\sum Li^3}{\sum Li}}$  ove le  $Li$  sono le campate reali comprese fra due successivi amari

### 3) UTILIZZAZIONE MECCANICA DEL SOSTEGNO

#### 3.1 FORMULE PER IL CALCOLO DELLE AZIONI ESTERNE

Il calcolo del sostegno è stato eseguito tenendo conto delle azioni esterne dei conduttori e delle corde di guardia nella ipotesi **MSA**.

Le formule per il calcolo di tali azioni, sia per conduttori che per corde di guardia (supposti integri), sono le seguenti:

$$\text{Conduttori} \quad \left\{ \begin{array}{ll} \text{Azione trasversale} & T = v C_m + 2 \operatorname{sen} \delta/2 T_0 + t^* \quad (2) \\ \text{Azione verticale} & P = p C_m + K T_0 + p^* \quad (3) \end{array} \right.$$

Ove:

- v = spinta del vento per metro di conduttore
- p = peso per metro di conduttore i valori di v e di p sono riportati in 2.2
- t\* = spinta del vento su isolatori e morsetteria
- p\* = peso di isolatori e morsetteria
- T<sub>0</sub> = tiro orizzontale nel conduttore

I valori di t\* e p\* e T<sub>0</sub> sono riportati nella seguente tabella:

	CONDUTTORE			CORDA DI GUARDIA (**)				
	RQUT0000C2	ISOLATORI E MORSETTERIA		LC 23	LC 51	LC 50	ISOLATORI E MORSETTERIA	
		To (daN)	t* (daN)				p* (daN)	To (daN)
<b>MSA</b>	<b>5450</b>	<b>100</b>	<b>150</b>	<b>2120 (2745)</b>	<b>2077 (2711)</b>	<b>2985 (3580)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

(\*\*) I valori tra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate con sfere di segnalazione per il volo a bassa quota con diametro di 60 cm installate sull'intera campata.

I suddetti tiri sono stati ottenuti mediante la equazione del cambiamento di stato e rappresentano i massimi valori che il tiro assume nella suddetta ipotesi:

per i conduttori in un intervallo di campate equivalenti pari a 200 ÷ 800 m

per le corde di guardia in un intervallo di campate reali pari a 100 ÷ 1000 m

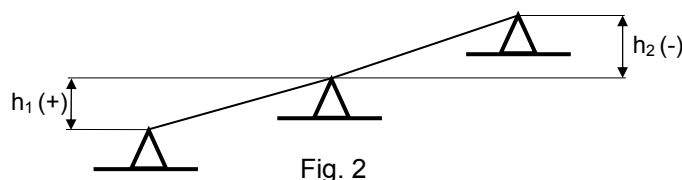
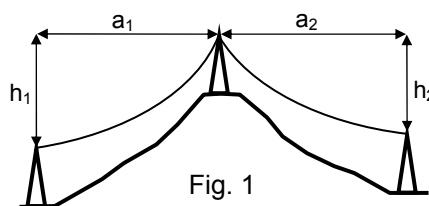
Dal confronto dei tiri orizzontali, delle spinte vento e dei pesi delle corde di guardia nelle diverse ipotesi si evince che la corda di guardia LC50 è quella che induce sul sostegno in esame le maggiori azioni esterne.

Pertanto il diagramma di utilizzazione (punto 3.2) e le azioni esterne (punto 3.3) sono state determinati con la corda di guardia LC50. L'utilizzo di altre corde di guardia diverse da LC50 obbligano il Progettista a realizzare le necessarie verifiche strutturali e a descriverne il diagramma di impiego (fig.3).

caratteristiche geometriche del picchetto:

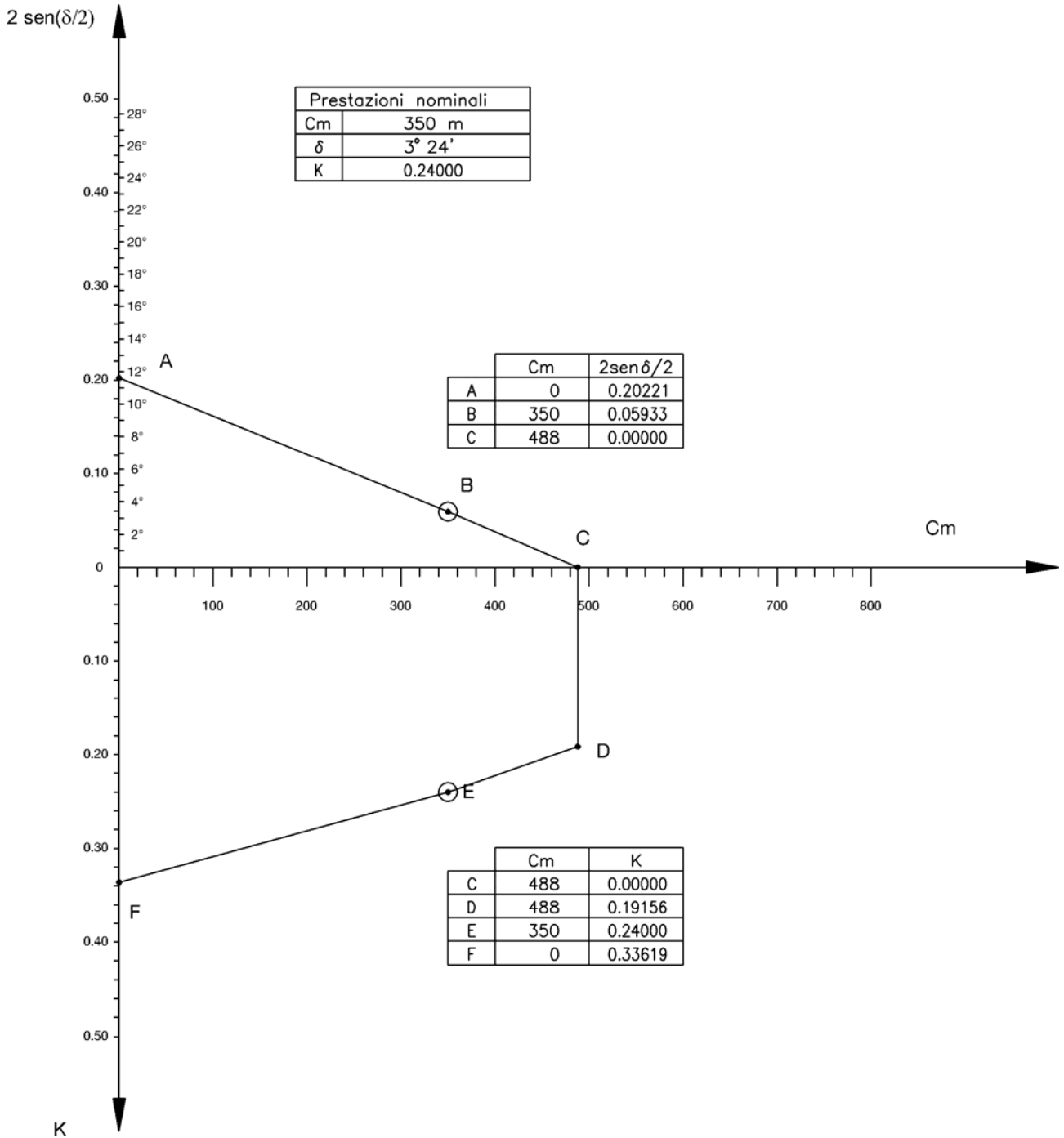
- C<sub>m</sub> = campata media
- δ = angolo di deviazione
- K = costante altimetrica (\*)

$$k = \frac{h_1}{a_1} + \frac{h_2}{a_2} \quad (\text{vedi fig.1})$$



(\*) L'espressione di K è la seguente:  
 ove le campate “a” hanno sempre segno positivo ed i dislivelli “h” segno positivo o negativo secondo lo schema di fig. 2

### 3.2 DIAGRAMMA DI UTILIZZAZIONE DEL SOSTEGNO



## IL DIAGRAMMA DELIMITA

- a) Nel piano  $(C_m, \delta)$  un insieme di punti ai quali corrisponde un'azione trasversale complessiva non superiore a quella di calcolo del sostegno (campo di utilizzazione trasversale)
- b) Nel piano  $(C_m, K)$  un insieme di punti ai quali corrisponde un'azione verticale complessiva non superiore a quella di calcolo del sostegno (campo di utilizzazione verticale)

Pertanto, affinché il sostegno possa essere impiegato in un picchetto di caratteristiche geometriche  $(C_{m_i}, \delta_i, K_i)$  è necessario che i punti  $(C_{m_i}, \delta_i)$  e  $(C_{m_i}, K_i)$  siano compresi rispettivamente nei campi di utilizzazione trasversale e verticale.

## 3.3 AZIONI PER IL CALCOLO DEL SOSTEGNO

Sono state determinate le azioni esterne per il calcolo del sostegno in condizione MSA, sia nell'ipotesi di conduttori e corda di guardia integri (ipotesi normale), sia nell'ipotesi di rottura di un conduttore o della corda di guardia secondo quanto prescritto dalle norme (ipotesi eccezionale).

### IPOTESI NORMALE

-Azioni trasversali e verticali:

Sono stati considerati i massimi valori che si verificano nelle più gravose condizioni d'impiego del sostegno (vedi diagramma di utilizzazione)

-Azioni longitudinali:

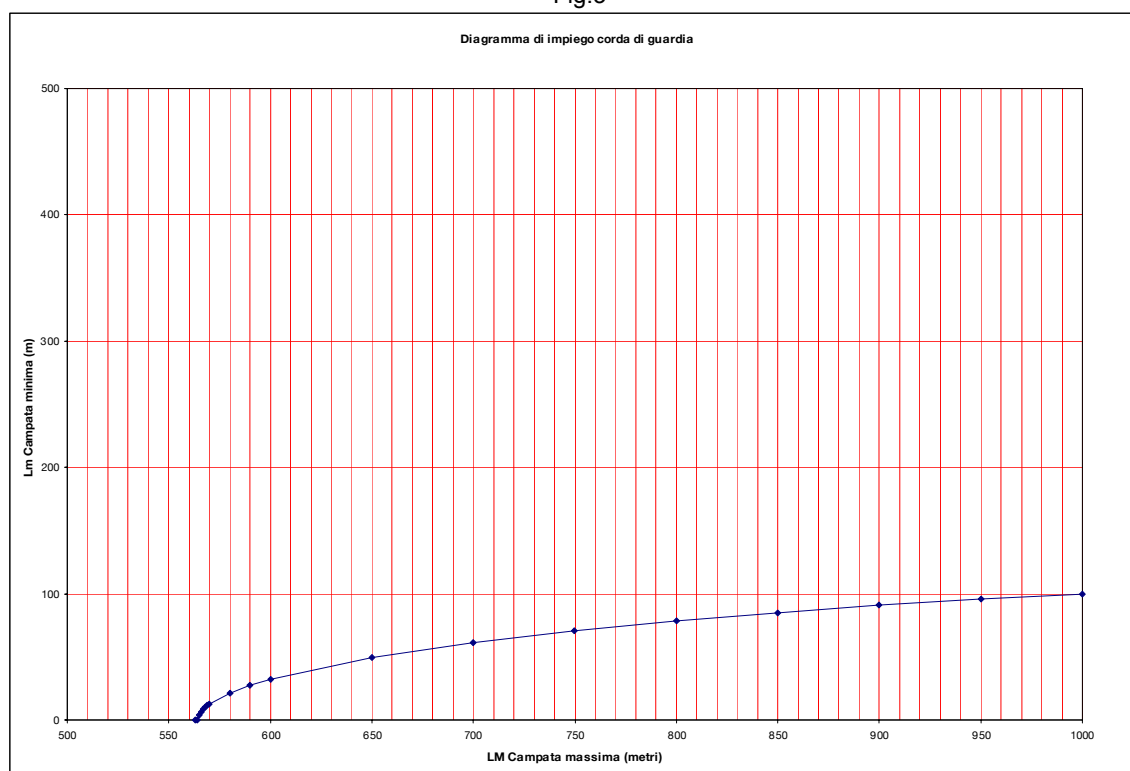
per la corda di guardia (amarrata ad ogni sostegno) è stato considerato uno squilibrio di tiro per tenere conto della diversa lunghezza delle campate adiacenti al sostegno.

Per ogni picchetto si dovrà perciò verificare mediante (1) che la effettiva differenza di tiro nella condizione MSA, per la corda di guardia che si intende impiegare sia minore o eguale dei valori di squilibrio considerati per il calcolo del sostegno.

Per un' indagine rapida è stato costruito il diagramma di fig. 3 , che tiene conto dei massimi squilibri, relativi alla corda di guardia, calcolato con l'impiego delle sfere di segnalazione sia sulla campata minima che sulla campata massima.

Riportando in ascisse la campata maggiore ( $L_M$ ) tra le due adiacenti al sostegno e in ordinata la minore ( $L_m$ ), se il punto di coordinata  $(L_M, L_m)$  sta al disopra del diagramma la verifica è positiva poiché, lo squilibrio di tiro è minore di quello di calcolo.

Fig.3



**IPOTESI ECCEZIONALE:**

- Azioni trasversali e verticali:

per i conduttori i valori sono stati ottenuti dimezzando le corrispondenti azioni in ipotesi normale (tali valori non risultano esattamente la metà in quanto nelle due ipotesi sono state mantenute costanti la spinta del vento su isolatori e morsetteria ( $t^*$ ) ed il loro peso ( $p^*$ )).

Per la corda di guardia i valori sono stati ottenuti invece dimezzando le corrispondenti azioni in ipotesi normale.

- Azioni longitudinali:

sono state assunte pari al tiro  $T_0$

**VALORI DELLE AZIONI ESTERNE PER IL CALCOLO DEL SOSTEGNO**

Sono riportati nella seguente tabella:

STATO DEI CONDUTTORI	IPOTESI	CONDUTTORE			CORDA DI GUARDIA (*)		
		RQUT0000C2			LC50 (***)		
		T(daN)	P(daN)	L(daN)	T(daN)	P(daN)	L(daN)
MSA	NORMALE	1203	2129	0	(752)	(1204)	(1200)
		1203	0	0	(752)	(0)	(1200)
	ECCEZIONALE (**)	652	1140	5450	(376)	(602)	(3580)
		652	0	5450	(376)	(0)	(3580)

(\*) I valori tra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate con sfere di segnalazione per il volo a bassa quota con diametro di 60 cm installate sull'intera campata.

(\*\*) La norma CEI 11.4 al punto 2.04.05 prevede per la serie in oggetto formata da n° 6 conduttori di energia la rottura di uno dei conduttori o di una delle ventuali corde di guardia. I valori indicati si riferiscono, ovviamente, al solo conduttore (o corda di guardia) rotto.

Mediante le relazioni (2) e (3) si può verificare che per tutte le terne di prestazioni geometriche ( $C_m$ ,  $\delta$ ,  $K$ ) tali che il punto ( $C_m$ ,  $\delta$ ) sia compreso nel “campo di utilizzazione trasversale” e il punto ( $C_m$ ,  $K$ ) sia compreso nel “campo di utilizzazione verticale”, le azioni trasversali e verticali (sia per i conduttori che per corde di guardia) nella condizione MSA risultino inferiori od eguali a quelle considerate per il calcolo del sostegno e riportate nella tabella precedente.

(\*\*\*) Nel caso di utilizzo di corde di guardia di altra tipologia dovrà essere verificato il non superamento dei valori  $T$ ,  $P$ ,  $L$ , indicati.

**LINEA ELETTRICA AEREA A 132-150 kV DOPPIA TERNA – TIRO PIENO**  
**CONDUTTORI Ø 31,5 mm – EDS 21% - ZONA “A”**

**UTILIZZAZIONE DEL SOSTEGNO “V”**  
**CALCOLO DELLE AZIONI ESTERNE SUL SOSTEGNO**

**Storia delle revisioni**

Rev. 00	del 13/09/2007	Prima emissione
Rev. 01	del 05/09/2008	Inserita utilizzazione del sostegno in corrispondenza di prestazioni verticali particolarmente elevate. Aggiornato riferimento al calcolo di verifica del sostegno.
Rev. 02	del 05/09/2008	Eseguite modifiche redazionali.

Elaborato		Verificato		Approvato
L. Alario		L. Alario		<b>R. Rendina</b>
ING-ILC-COL		ING-ILC-COL		<b>ING-ILC</b>

m010Cf-LG001-r02

CALCOLO ESEGUITO IN CONFORMITA' AL D.M. DEL 21/03/1988  
DI CUI ALLA LEGGE N. 339 DEL 28/06/1986

PER IL CALCOLO DI VERIFICA DEL SOSTEGNO VEDERE  
ELABORATO: **CESI prot. A8024880 – Rev.0 – Settembre 2008**

## 1) CARATTERISTICHE GENERALI

Conduttore	All. Acc. Ø 31,5 mm ( <b>RQUT0000C2</b> )
Corda di guardia (*)	Acciaio Ø 11,5 mm ( <b>LC23</b> ) - Acciaio rivestito di alluminio Ø 11,5 mm ( <b>LC51</b> ) Corda di guardia con fibre ottiche Ø 17,9 mm ( <b>LC50</b> )
Isolatori	Vetro temprato a cappa e perno in catene di 9 elementi nelle sospensioni semplici e di 9 elementi nelle sospensioni doppie e amarri.
Tipo fondazione	In calcestruzzo a piedini separati
Tipo sfera di segnalazione aerea	Diametro 60 cm; peso 5,5 Kg; passo di installazione ≤ 30 m.
Messa a terra	Secondo le norme citate
Larghezza linea	8,4 m tra i conduttori esterni

## 2) CONDUTTORI E CORDA DI GUARDIA

### 2.1 CARATTERISTICHE PRINCIPALI

		CONDUTTORE		CORDA DI GUARDIA	
		RQUT0000C2	LC 23	LC 51	LC 50
MATERIALE		All. Acc.	Acciaio	Acc.rivestito di All.	Al + Lega Al + Acciaio
DIAMETRO CIRCOSCRITTO (mm)		31,5	11,5	11,5	17,9
SEZIONI TEORICHE	ALLUMINIO (mm <sup>2</sup> )	519,50	0	0	118,90 (Al + Lega Al)
	ACCIAIO (mm <sup>2</sup> )	65,80	78,94	80,65	57,70
	TOTALE (mm <sup>2</sup> )	583,30	78,94	80,65	176,60
MASSA UNITARIA (Kg/m)		1,953	0,621	0,537	0,820
MODULO DI ELASTICITA' (N/mm <sup>2</sup> )		68000	175000	155000	88000
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE (1/°C)		19,4 X 10 <sup>-6</sup>	11,5 X 10 <sup>-6</sup>	13 X 10 <sup>-6</sup>	17 X 10 <sup>-6</sup>
CARICO DI ROTTURA (daN)		16852	12231	9000	10600

### 2.2 CONDIZIONE BASE E CONDIZIONE DERIVATA

#### - CONDIZIONE BASE

**EDS:** (Every Day Stress) 15°C, conduttore scarico  
 In detta condizione il tiro orizzontale è stato assunto costante al variare della campata equivalente della tratta (ovvero della campata reale per la corda di guardia). I valori di tiro per conduttore e corda di guardia sono:

	CONDUTTORE		CORDA DI GUARDIA	
	RQUT0000C2	LC 23	LC 51	LC 50
<b>TIRO ORIZZONTALE T<sub>0</sub> (daN)</b>	<b>3540</b>	<b>1296</b>	<b>1161</b>	<b>1643</b>

#### - CONDIZIONE DERIVATA

**MSA:** -5°C, vento alla velocità di 130 km/h

(\*) Corde di guardia diverse da quelle indicate potranno essere utilizzate purchè vengano rispettati i valori massimi delle azioni trasmesse dalla corda LC50.



In detta condizione i tiri vengono ottenuti risolvendo la equazione del cambiamento di stato:

$$\alpha (\Theta_d - \Theta_b) + \frac{1}{SE} (T_d - T_b) = \frac{p'_d{}^2 L^2}{24 T_d^2} - \frac{p'_b{}^2 L^2}{24 T_b^2} \quad (1)$$

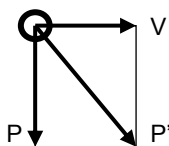
Ove:

- $\Theta_d$  = Temperatura della condizione derivata
- $\Theta_b$  = Temperatura della condizione base
- S = Sezione totale del conduttore
- E = Modulo di elasticità
- $T_d$  = Tiro orizzontale della condizione derivata
- $T_b$  = Tiro orizzontale della condizione base
- $P'_d$  = Carico risultante per metro di conduttore nella condizione derivata
- $P'_b$  = Carico risultante per metro di conduttore nella condizione base
- L = Campata equivalente (\*) della tratta nel caso di conduttore ovvero campata reale nel caso di corda di guardia

I valori di spinta del vento per metro di conduttore, di peso per metro di conduttore e di carico risultante per metro di conduttore sono riportati nella seguente tabella:

		CONDUTTORE	CORDA DI GUARDIA (**)		
		RQUT0000C2	LC 23	LC 51	LC 50
CONDIZIONE <b>EDS</b>	V (daN/m)	0	0	0	0
	P (daN/m)	1,9159	0,6090	0,5270	0,8044
	P' (daN/m)	1,9159	0,6090	0,5270	0,8044
CONDIZIONE <b>MSA</b>	V (daN/m)	2,2249	0,8122 (1,0896)	0,8122 (1,0896)	1,2643 (1,5417)
	P (daN/m)	1,9159	0,6090 (0,7889)	0,5270 (0,7069)	0,8044 (0,9842)
	P' (daN/m)	2,9361	1,0152 (1,3452)	0,9682 (1,2988)	1,4985 (1,8291)

(\*\*) I valori tra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate con sfere di segnalazione per il volo a bassa quota con diametro di 60 cm installate sull'intera campata.



V = spinta del vento per metro di conduttore (daN/m)

P = peso per metro di conduttore (daN/m)

$P' = \sqrt{v^2 + p^2}$  = carico risultante per metro di conduttore (daN/m)

(\*)  $L = \sqrt{\frac{\sum Li^3}{\sum Li}}$  ove le  $Li$  sono le campate reali comprese fra due successivi amari

### 3) UTILIZZAZIONE MECCANICA DEL SOSTEGNO

#### 3.1 FORMULE PER IL CALCOLO DELLE AZIONI ESTERNE

Il calcolo del sostegno è stato eseguito tenendo conto delle azioni esterne dei conduttori e delle corde di guardia nella ipotesi **MSA**.

Le formule per il calcolo di tali azioni, sia per conduttori che per corde di guardia (supposti integri), sono le seguenti:

$$\text{Conduttori} \quad \left\{ \begin{array}{ll} \text{Azione trasversale} & T = v C_m + 2 \operatorname{sen} \delta/2 T_0 + t^* \quad (2) \\ \text{Azione verticale} & P = p C_m + K T_0 + p^* \quad (3) \end{array} \right.$$

Ove:

- v = spinta del vento per metro di conduttore
- p = peso per metro di conduttore i valori di v e di p sono riportati in 2.2
- t\* = spinta del vento su isolatori e morsetteria
- p\* = peso di isolatori e morsetteria
- T<sub>0</sub> = tiro orizzontale nel conduttore

I valori di t\* e p\* e T<sub>0</sub> sono riportati nella seguente tabella:

	CONDUTTORE			CORDA DI GUARDIA (**)				
	<i>RQUT0000C2</i>	ISOLATORI E MORSETTERIA		<i>LC 23</i>	<i>LC 51</i>	<i>LC 50</i>	ISOLATORI E MORSETTERIA	
	To (daN)	t* (daN)	p* (daN)	To (daN)	To (daN)	To (daN)	t* (daN)	p* (daN)
<b>MSA</b>	<b>5450</b>	<b>100</b>	<b>150</b>	<b>2120 (2745)</b>	<b>2077 (2711)</b>	<b>2985 (3580)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

(\*\*) I valori tra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate con sfere di segnalazione per il volo a bassa quota con diametro di 60 cm installate sull'intera campata.

I suddetti tiri sono stati ottenuti mediante la equazione del cambiamento di stato e rappresentano i massimi valori che il tiro assume nella suddetta ipotesi:

per i conduttori in un intervallo di campate equivalenti pari a 200 ÷ 800 m

per le corde di guardia in un intervallo di campate reali pari a 100 ÷ 1000 m

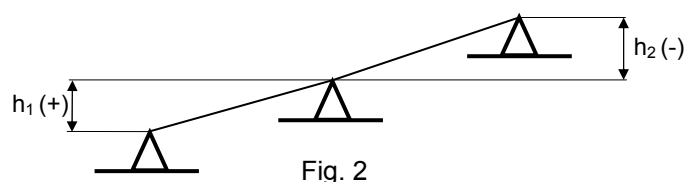
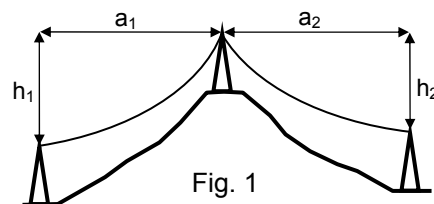
Dal confronto dei tiri orizzontali, delle spinte vento e dei pesi delle corde di guardia nelle diverse ipotesi si evince che la corda di guardia LC50 è quella che induce sul sostegno in esame le maggiori azioni esterne.

Pertanto il diagramma di utilizzazione (punto 3.2) e le azioni esterne (punto 3.3) sono state determinati con la corda di guardia LC50. L'utilizzo di altre corde di guardia diverse da LC50 obbligano il Progettista a realizzare le necessarie verifiche strutturali e a descriverne il diagramma di impiego (fig.3).

caratteristiche geometriche del picchetto:

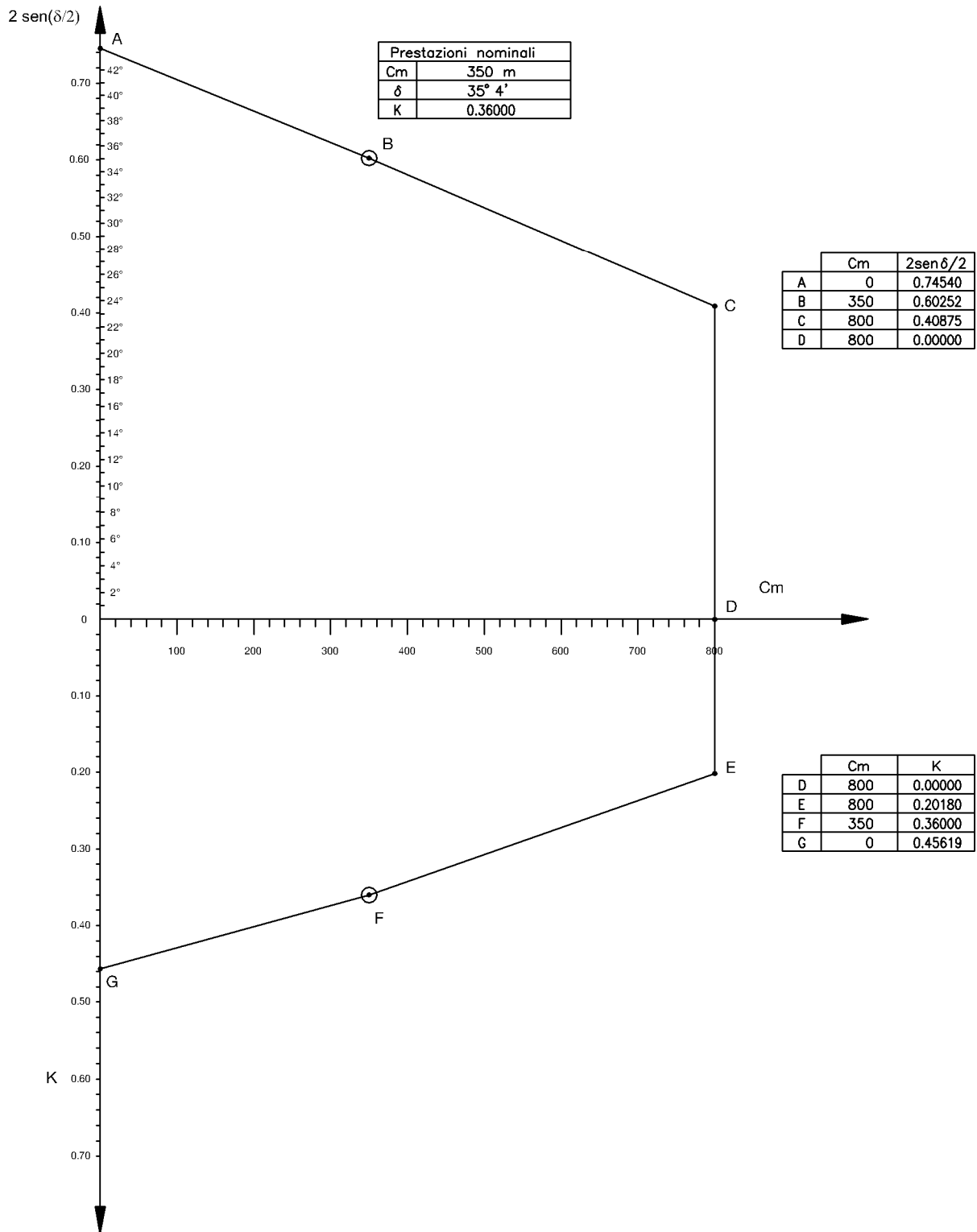
- C<sub>m</sub> = campata media
- δ = angolo di deviazione
- K = costante altimetrica (\*)

$$k = \frac{h_1}{a_1} + \frac{h_2}{a_2} \quad (\text{vedi fig.1})$$



(\*) L'espressione di K è la seguente:  
 ove le campate “a” hanno sempre segno positivo ed i dislivelli “h” segno positivo o negativo secondo lo schema di fig. 2

### 3.2 DIAGRAMMA DI UTILIZZAZIONE DEL SOSTEGNO



## IL DIAGRAMMA DELIMITA

- a) Nel piano  $(C_m, \delta)$  un insieme di punti ai quali corrisponde un'azione trasversale complessiva non superiore a quella di calcolo del sostegno (campo di utilizzazione trasversale)
- b) Nel piano  $(C_m, K)$  un insieme di punti ai quali corrisponde un'azione verticale complessiva non superiore a quella di calcolo del sostegno (campo di utilizzazione verticale)

Pertanto, affinché il sostegno possa essere impiegato in un picchetto di caratteristiche geometriche  $(C_{m_i}, \delta_i, K_i)$  è necessario che i punti  $(C_{m_i}, \delta_i)$  e  $(C_{m_i}, K_i)$  siano compresi rispettivamente nei campi di utilizzazione trasversale e verticale.

### 3.3 AZIONI PER IL CALCOLO DEL SOSTEGNO

Sono state determinate le azioni esterne per il calcolo del sostegno in condizione MSA, sia nell'ipotesi di conduttori e corda di guardia integri (ipotesi normale), sia nell'ipotesi di rottura di un conduttore o della corda di guardia secondo quanto prescritto dalle norme (ipotesi eccezionale).

#### IPOTESI NORMALE

-Azioni trasversali e verticali:

Sono stati considerati i massimi valori che si verificano nelle più gravose condizioni d'impiego del sostegno (vedi diagramma di utilizzazione)

-Azioni longitudinali:

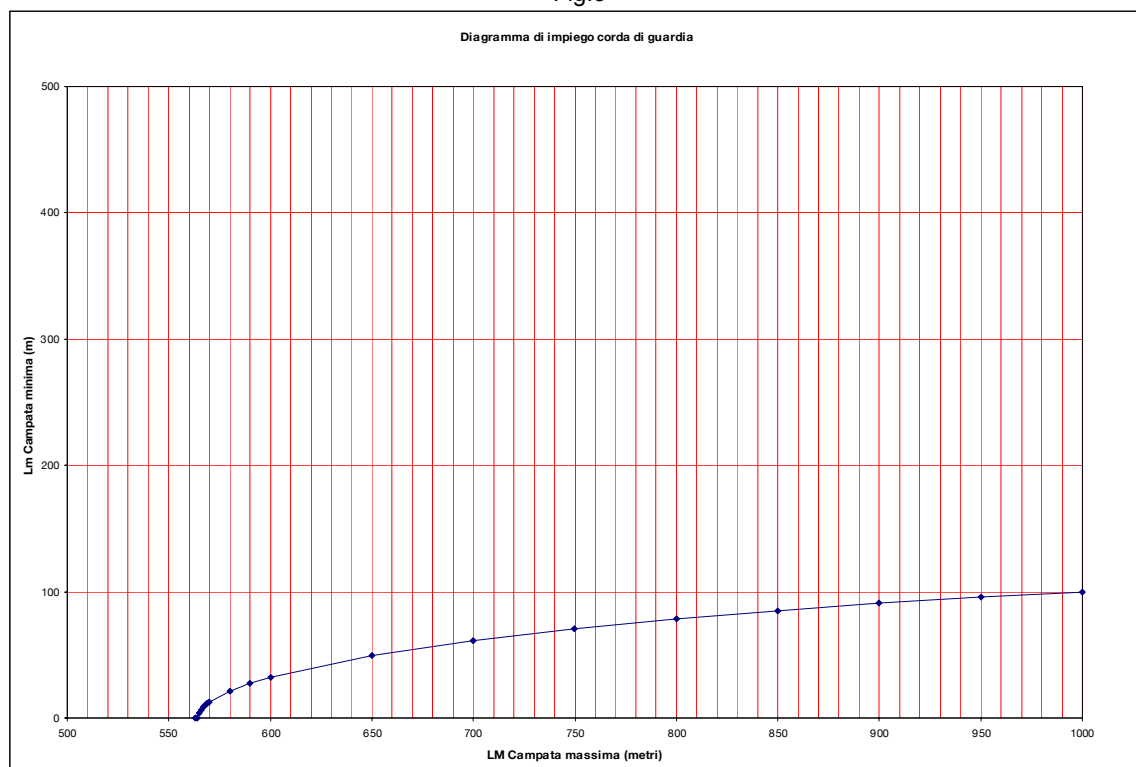
per la corda di guardia (amarrata ad ogni sostegno) è stato considerato uno squilibrio di tiro per tenere conto della diversa lunghezza delle campate adiacenti al sostegno.

Per ogni picchetto si dovrà perciò verificare mediante (1) che la effettiva differenza di tiro nella condizione MSA, per la corda di guardia che si intende impiegare sia minore o eguale dei valori di squilibrio considerati per il calcolo del sostegno.

Per un'indagine rapida è stato costruito il diagramma di fig. 3, che tiene conto dei massimi squilibri, relativi alla corda di guardia, calcolato con l'impiego delle sfere di segnalazione sia sulla campata minima che sulla campata massima.

Riportando in ascisse la campata maggiore ( $L_M$ ) tra le due adiacenti al sostegno e in ordinata la minore ( $L_m$ ), se il punto di coordinata  $(L_M, L_m)$  sta al disopra del diagramma la verifica è positiva poiché, lo squilibrio di tiro è minore di quello di calcolo.

Fig.3



**IPOTESI ECCEZIONALE:**

- Azioni trasversali e verticali:

per i conduttori i valori sono stati ottenuti dimezzando le corrispondenti azioni in ipotesi normale (tali valori non risultano esattamente la metà in quanto nelle due ipotesi sono state mantenute costanti la spinta del vento su isolatori e morsetteria ( $t^*$ ) ed il loro peso ( $p^*$ )).

Per la corda di guardia i valori sono stati ottenuti invece dimezzando le corrispondenti azioni in ipotesi normale.

- Azioni longitudinali:

sono state assunte pari al tiro  $T_0$

**VALORI DELLE AZIONI ESTERNE PER IL CALCOLO DEL SOSTEGNO**

Sono riportati nella seguente tabella:

STATO DEI CONDUTTORI	IPOTESI	CONDUTTORE			CORDA DI GUARDIA (*)		
		RQUT0000C2			LC50 (***)		
		T(daN)	P(daN)	L(daN)	T(daN)	P(daN)	L(daN)
MSA	NORMALE	4163	2783	0	(2697)	(1634)	(1200)
		4163	0	0	(2697)	(0)	(1200)
	ECCEZIONALE (**)	2132	1467	5450	(1349)	(817)	(3580)
		2132	0	5450	(1349)	(0)	(3580)

(\*) I valori tra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate con sfere di segnalazione per il volo a bassa quota con diametro di 60 cm installate sull'intera campata.

(\*\*) La norma CEI 11.4 al punto 2.04.05 prevede per la serie in oggetto formata da n° 6 conduttori di energia la rottura di uno dei conduttori o di una delle ventuali corde di guardia. I valori indicati si riferiscono, ovviamente, al solo conduttore (o corda di guardia) rotto.

Mediante le relazioni (2) e (3) si può verificare che per tutte le terne di prestazioni geometriche ( $C_m$ ,  $\delta$ ,  $K$ ) tali che il punto ( $C_m$ ,  $\delta$ ) sia compreso nel “campo di utilizzazione trasversale” e il punto ( $C_m$ ,  $K$ ) sia compreso nel “campo di utilizzazione verticale”, le azioni trasversali e verticali (sia per i conduttori che per corde di guardia) nella condizione MSA risultino inferiori od eguali a quelle considerate per il calcolo del sostegno e riportate nella tabella precedente.

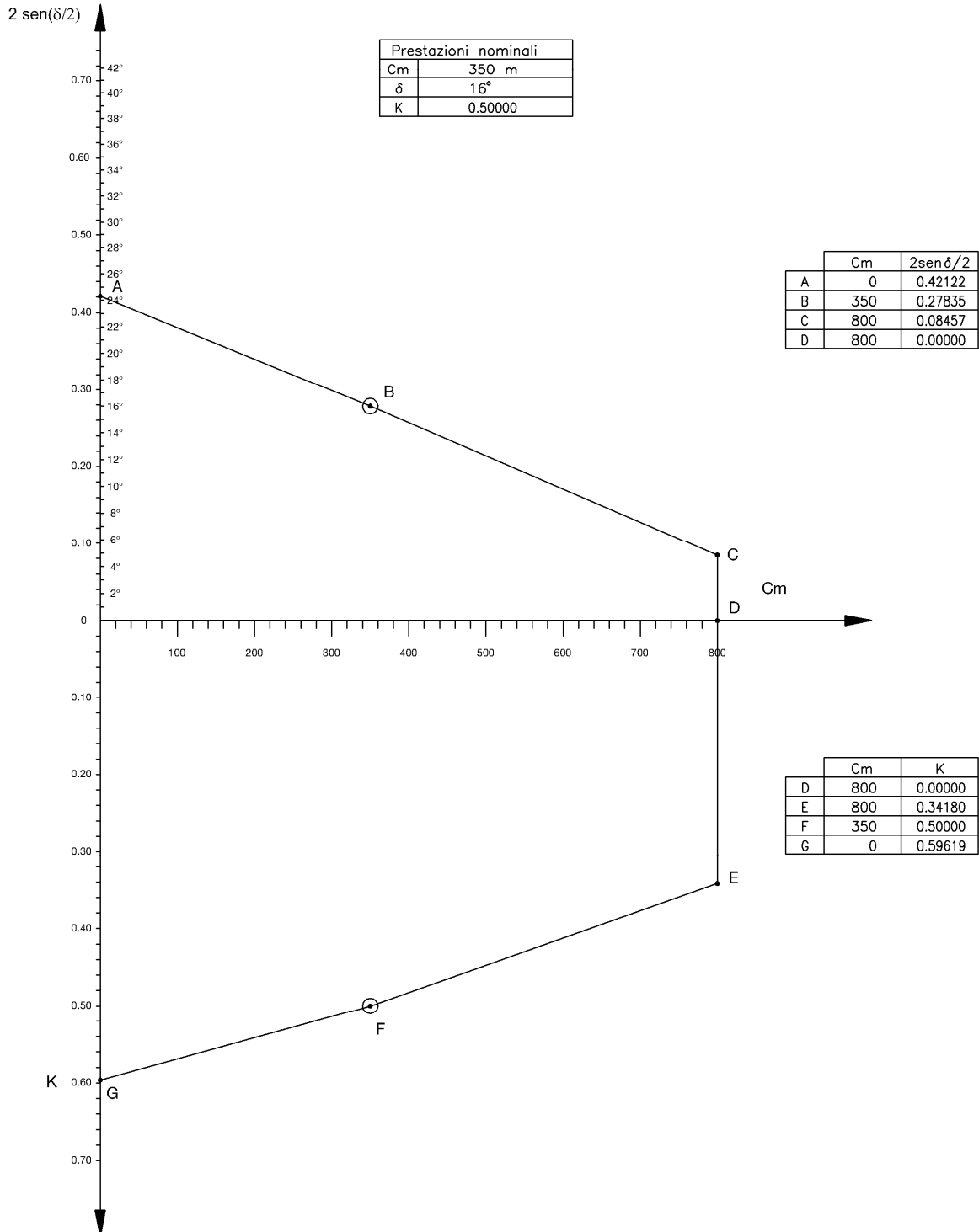
(\*\*\*) Nel caso di utilizzo di corde di guardia di altra tipologia dovrà essere verificato il non superamento dei valori  $T$ ,  $P$ ,  $L$ , indicati.

**3.4 UTILIZZAZIONE DEL SOSTEGNO IN CORRISPONDENZA DI PRESTAZIONI VERTICALI PARTICOLARMENTE ELEVATI.**

Al sostegno V è affidato anche il compito di raccogliere i casi nei quali il carico verticale risulta particolarmente elevato, cioè si hanno valori  $C_m$  e  $K$  esterni al diagramma riportati in 3.2.

A tal fine il sostegno è stato verificato anche con azioni verticali maggiorate, concomitanti però con azioni trasversali ridotte. Si è ottenuto in tal modo il diagramma riportato qui di seguito, da adoperarsi in alternativa con il precedente.

### 3.5 DIAGRAMMA DI UTILIZZAZIONE DEL SOSTEGNO



I valori delle azioni esterne per le quali il sostegno è stato verificato sono riportati nella seguente tabella:

STATO DEI CONDUTTORI	IPOTESI	CONDUTTORE			CORDA DI GUARDIA (*)		
		RQUT0000C2			LC50 (**)		
		T(daN)	P(daN)	L(daN)	T(daN)	P(daN)	L(daN)
MSA	NORMALE	2396	3546	0	(1537)	(2135)	(1200)
		2396	0	0	(1537)	(0)	(1200)
	ECCEZIONALE (**)	1248	1848	5450	(769)	(1068)	(3580)
		1248	0	5450	(769)	(0)	(3580)

(\*) I valori tra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate con sfere di segnalazione per il volo a bassa quota con diametro di 60 cm installate sull'intera campata.

(\*\*) La norma CEI 11.4 al punto 2.04.05 prevede per la serie in oggetto formata da n° 6 conduttori di energia la rottura di uno dei conduttori o di una delle eventuali corde di guardia. I valori indicati si riferiscono, ovviamente, al solo conduttore (o corda di guardia) rotto.

Mediante le relazioni (2) e (3) si può verificare che per tutte le terne di prestazioni geometriche ( $C_m$ ,  $\delta$ ,  $K$ ) tali che il punto ( $C_m$ ,  $\delta$ ) sia compreso nel “campo di utilizzazione trasversale” e il punto ( $C_m$ ,  $K$ ) sia compreso nel “campo di utilizzazione verticale”, le azioni trasversali e verticali (sia per i conduttori che per corde di guardia) nella condizione MSA risultino inferiori od eguali a quelle considerate per il calcolo del sostegno e riportate nella tabella precedente.

(\*\*\*) Nel caso di utilizzo di corde di guardia di altra tipologia dovrà essere verificato il non superamento dei valori  $T$ ,  $P$ ,  $L$ , indicati.

## 150 kV Doppia Terna

Conduttore singolo Ø 31,5 – Zona A EDS 21% - Zona B EDS 18%

Fondazioni CR (  $\sigma_{t_{amm}} = 2.0 - 3.9$  daN/cm<sup>2</sup> )

Tabella delle corrispondenze sostegni – monconi - fondazioni

### Storia delle revisioni

Rev. 00	del 31/12/2007	Prima Emissione.
Rev. 01	del 04/08/2008	Inserita tabella delle corrispondenze sostegni - monconi - fondazioni per terreni con $\sigma_{t_{amm}} = 2.0$ daN/cm <sup>2</sup> .
Rev. 02	del 04/08/2008	Eseguite modifiche redazionali.
Rev. 03	del 05/12/2008	Per il sostegno E sono stata aggiornate le tabelle di corrispondenza sostegni – monconi – fondazioni per terreni con $\sigma_{t_{amm}} \leq 2.0$ daN/cm <sup>2</sup> e $\sigma_{t_{amm}} \leq 3.9$ daN/cm <sup>2</sup> .
Rev. 04	del 22/05/2009	Eseguite modifiche redazionali.
Rev. 05	del 28/09/2010	Eseguite modifiche redazionali comprensive dei titoli delle tabelle per terreni con pressione ammissibile 2.0 – 3.9 daN/cm <sup>2</sup> .

Elaborato		Verificato		Approvato
L.Alario SRI/SVT/LIN		L.Alario SRI/SVT/LIN	A.Posati SRI/SVT/LIN	<b>A.Posati</b> <b>SRI/SVT/LIN</b>

m010CI-LG001- r02

Questo documento contiene informazioni di proprietà Terna SpA e deve essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. È vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l'esplicito consenso di Terna SpA.



• **Fondazioni CR (  $2.0 \text{ daN/cm}^2 \leq \sigma_{t_{amm}} < 3.9 \text{ daN/cm}^2$  )**

SOSTEGNO		MONCONE		FONDAZIONE	
TIPO	ALTEZZA ( PIEDI )	TIPO	ALTEZZA (MM)	TIPO	ALTEZZA (CM)
L	9 (-2/+3) ÷ 21 (-2/+3)	LF 44	3500	LF 104	315
	24 (-2/+3) ÷ 33 (-2/+3)		3900		355
N	9 (-2/+3)	LF 44	3500	LF 104	315
	12 (-2/+3) ÷ 21 (-2/+3)		3900		355
	24 (-2/+3) ÷ 45 (-2/+3)	LF 48	3900		
M	9 (-2/+3)	LF 45	3900	LF 104	355
	12 (-2/+3) ÷ 21 (-2/+3)		4200		
	27 (-2/+3) ÷ 33 (-2/+3)	LF 46	4200	LF 110	385
V	9 (-2/+3) ÷ 18 (-2/+3)	LF 54	4000	LF 106	365
	21 (-2/+3) ÷ 39 (-2/+3)	LF 50	4000		
	42 (-2/+3)		3800	LF 111	345
E	9 (-2/+3) ÷ 15 (-2) (*)	LF 55	2750	LF 302	240
	15 (-1/+3) ÷ 21 (-2/+3)		4400	LF 112	405
	24 (-2/+3) ÷ 33 (-2/+3)	LF 56	4400		405

(\*) Per il sostegno E per le basi H 9 -12 -15 con zoppicature di diversa dimensione si dovranno impiegare come fondazioni dei pali trivellati.

• **Fondazioni CR (  $\sigma_{t_{amm}} \geq 3.9 \text{ daN/cm}^2$  )**

SOSTEGNO		MONCONE		FONDAZIONE	
TIPO	ALTEZZA ( PIEDI )	TIPO	ALTEZZA (MM)	TIPO	ALTEZZA (CM)
L	9 (-2/+3) ÷ 21 (-2/+3)	LF 44	3300	LF 103	295
	24 (-2/+3) ÷ 33 (-2/+3)		3400		305
N	9 (-2/+3)	LF 44	3300	LF 103	295
	12 (-2/+3) ÷ 21 (-2/+3)		3400		305
	24 (-2/+3) ÷ 27 (-2/+3)	LF 48	3400		325
	30 (-2/+3) ÷ 45 (-2/+3)		3600		325
M	9 (-2/+3)	LF 45	3600	LF 103	325
	12 (-2/+3) ÷ 21 (-2/+3)		3400		305
	24 (-2/+3)	LF 46	3400	LF 104	315
	27 (-2/+3) ÷ 33 (-2/+3)		3500		315
V	9 (-2/+3) ÷ 18 (-2/+3)	LF 54	3700	LF 105	335
	21 (-2/+3) ÷ 24 (-2/+3)	LF 50	3700		345
	27 (-2/+3) ÷ 39 (-2/+3)		3800		305
	42 (-2/+3)	3400	LF 107		305
E	9 (-2/+3) (*)	LF 55	3350	LF 303	300
	12 (-2/+1) (*)		4400	LF 116	405
	12 (+2/+3) (*)		3350	LF 303	300
	15 (-2)		4400	LF 116	405
	15 (-1/+2)		3800	LF 108	345
	15 (+3)		4400	LF 116	405
	18 (-2/-1)		3800	LF 108	345
	18 ( $\pm 0/+3$ ) ÷ 21 (-2/+3)		4400		405
	24 (-2/+3) ÷ 33 (-2/+3)	LF 56	3800	LF 108	345

(\*) Per il sostegno E per le basi H 9 - 12 - 15 con zoppicature di diversa dimensione si dovranno impiegare come fondazioni dei pali trivellati.