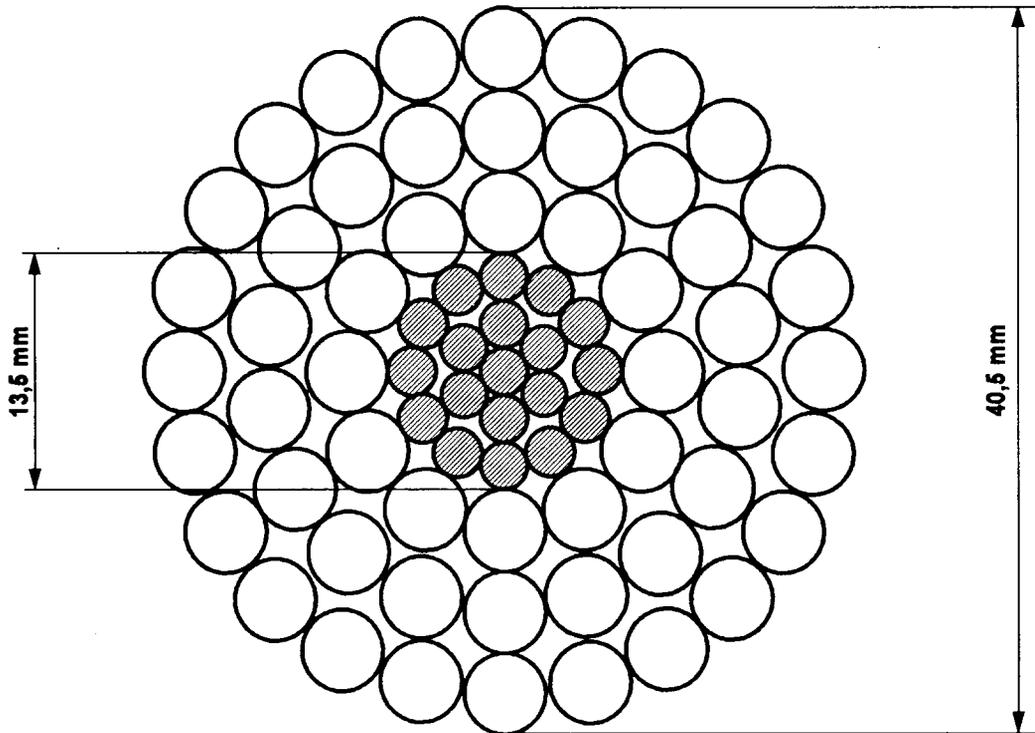


UNIFICAZIONE

ENELCONDUTTORE A CORDA
DI ALLUMINIO - ACCIAIO Ø 40,5

31 70 F

LC 4Gennaio 1992
Ed.1 - 1/1

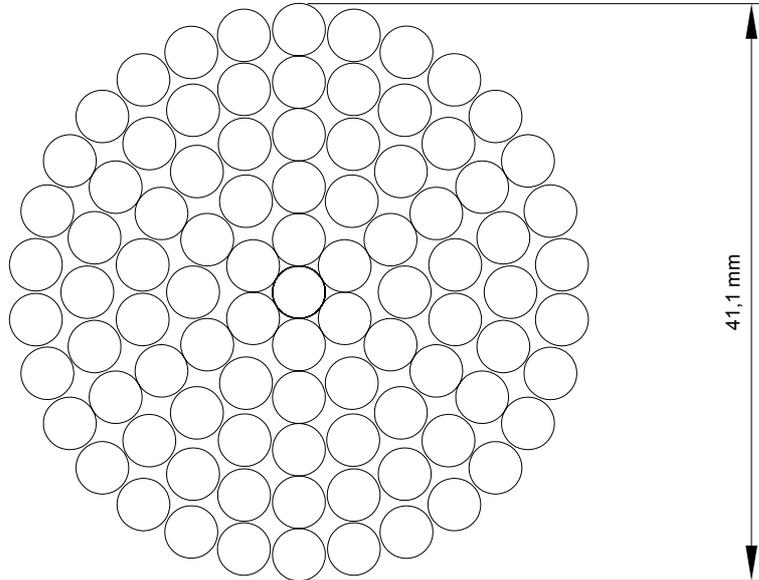
N. MATRICOLA 31 70 23

FORMAZIONE	ALLUMINIO	54 x 4,50
	ACCIAIO	19 X 2,70
SEZIONI TEORICHE (mm ²)	ALLUMINIO	858,8
	ACCIAIO	108,8
	TOTALE	967,6
MASSA TEORICA (Kg/m)		3,23
RESISTENZA ELETTR. TEORICA A 20 °C (Ω/km)		0,03366
CARICO DI ROTTURA (daN)		27430
MODULO ELASTICO FINALE (N/mm ²)		68000
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE (1/°C)		19,4 x 10 ⁻⁶

- 1 - Materiale: anima in acciaio Tipo 170 (CEI 7-2) zincato a caldo: mantello esterno in alluminio ALP E 99,5 UNI 3950
- 2 - Prescrizioni per la costruzione ed il collaudo: DC 3905
- 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:

CONDUTTORE CORDA AL-AC DIAM 40,5 UE



FORMAZIONE	91 x 3,74
SEZIONE TEORICA (mm ²)	999,70
MASSA TEORICA (kg/m)	2,770
RESISTENZA ELETTRICA TEORICA A 20 °C (Ω/km)	0,02859
CARICO DI ROTTURA (daN)	14486
MODULO ELASTICO FINALE (daN/mm ²)	5500
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE TERMICA (1/°C)	23 x 10 ⁻⁶

- 1 **Materiale:** Alluminio ALP E 99,5 UNI 3950
- 2 **Prescrizioni per la costruzione ed il collaudo:** DC 3905
- 3 **Imballo e pezzature:** Bobine da 2.000 m (salvo diversa prescrizione in sede di ordinazione).
- 4 **Unità di misura:** 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 L D I A M 4 1 , 1

Matricola SAP: 1011670

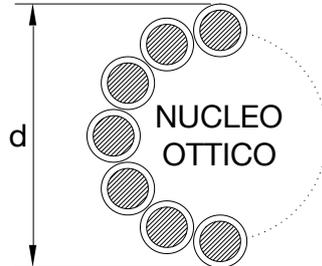
Storia delle revisioni

Rev. 00	del 30/11/2006	Prima emissione
---------	----------------	-----------------

Uso Aziendale

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

m05IO001SQ-r00



DIAMETRO NOMINALE ESTERNO	(mm)	≤ 17,9		
MASSA UNITARIA TEORICA (Eventuale grasso compreso)	(kg/m)	≤ 0,82		
RESISTENZA ELETTRICA TEORICA A 20 °C	(ohm/km)	≤ 0,28		
CARICO DI ROTTURA	(daN)	≥ 10600		
MODULO ELASTICO FINALE	(daN/mm ²)	≥ 8800		
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE TERMICA	(1/°C)	≤ 17,0E-6		
MAX CORRENTE C.TO C.TO DURATA 0,5 s	(kA)	≥ 20		
FIBRE OTTICHE SM-R (Single Mode Reduced)	NUMERO	(n°)	24	
	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 2 4 x F I B R O T T 1 7 , 9

Matricola SAP:

1 0 0 4 2 1 4

Storia delle revisioni

Rev. 00	del 11/01/2008	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.

UNIFICAZIONE

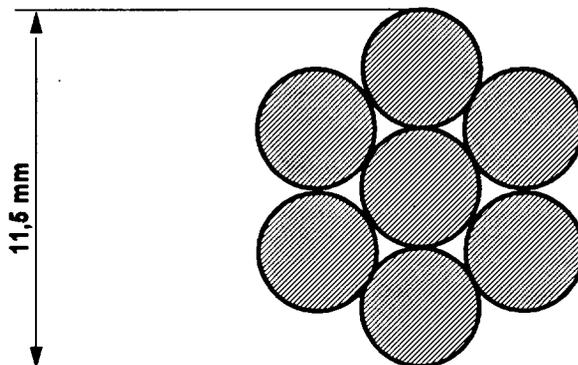
ENEL

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

31 75 A

LC 51

Gennaio 1995
Ed. 7 - 1/1



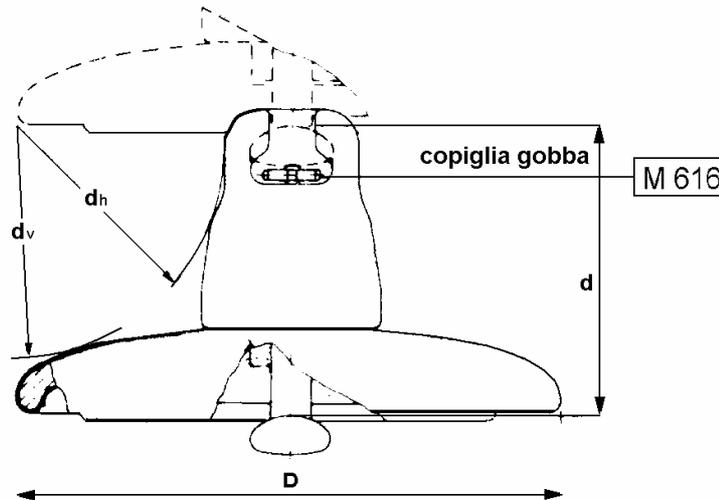
N. MATRICOLA	31 75 03
--------------	----------

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

- 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
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---



TIPO		1/1	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6
Carico di Rottura (kN)		70	120	160	210	400	300
Diametro Nominale Parte Isolante (mm)		255	255	280	280	360	320
Passo (mm)		146	146	146	170	205	195
Accoppiamento CEI 36-10 (grandezza)		16	16	20	20	28	24
Linea di Fuga Nominale Minima (mm)		295	295	315	370	525	425
Dh Nominale Minimo (mm)		85	85	85	95	115	100
Dv Nominale Minimo (mm)		102	102	102	114	150	140
Condizioni di Prova in Nebbia Salina	Numero di Isolatori Costituenti la Catena	9	13	21	18	15	16
	Tensione (kV)	98	142	243	243	243	243
Salinità di Tenuta (**) (kg/ m³)		14	14	14	14	14	14

(**) 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 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 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

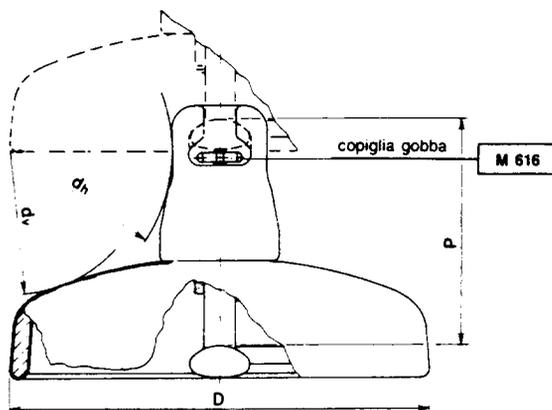
Rev. 07	del 28/03/2006	Inserita J 1/6
---------	----------------	----------------

Elaborato		Verificato		Approvato
M.Meloni		A.Posati		R.Rendina
ING/ILC/COL		ING/ILC/COL		ING/ILC

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.

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 ³)	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

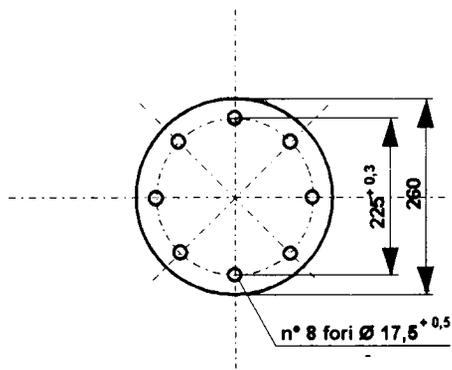
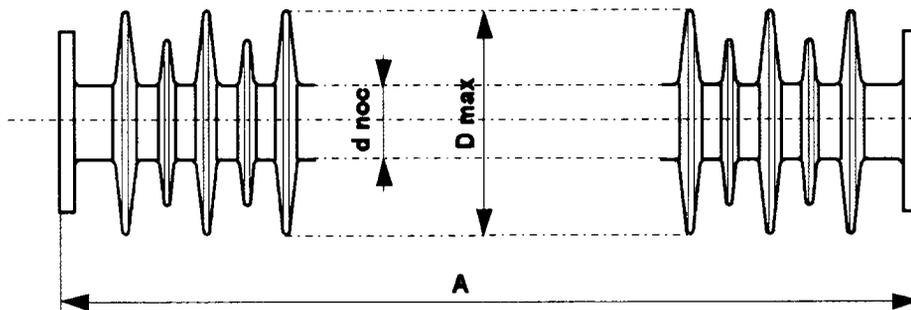
UNIFICAZIONE

ENEL

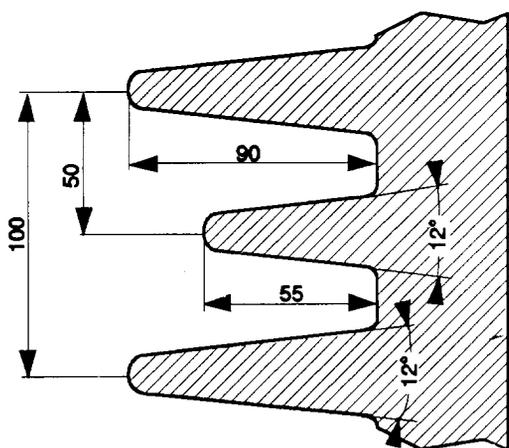
LINEE A 380 kV
ISOLATORI A BASTONE IN PORCELLANA
PER MENSOLE ISOLANTI

LJ 21

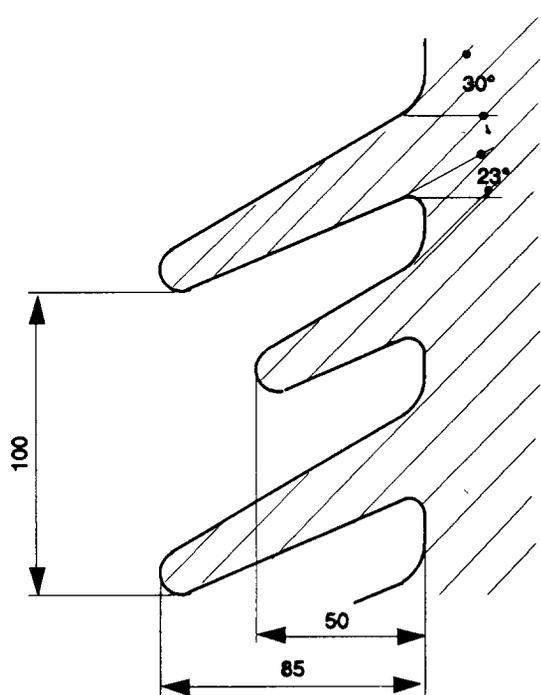
Novembre 1994
Ed.1 - 1/2



FLANGIA DI ESTREMITA'

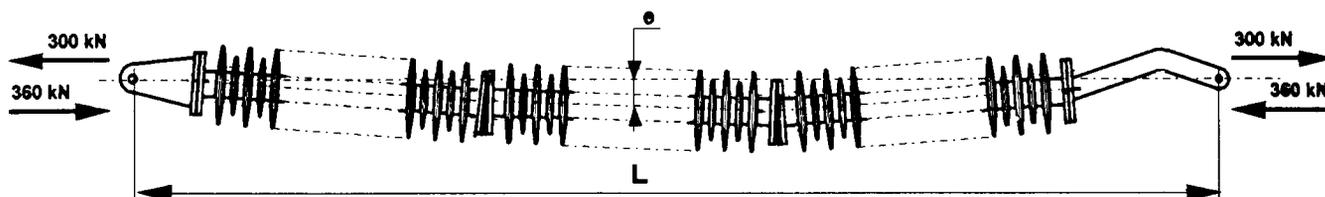


PROFILO TIPO PA



PROFILO TIPO PB

SCHEMA DI PROVA MECCANICA



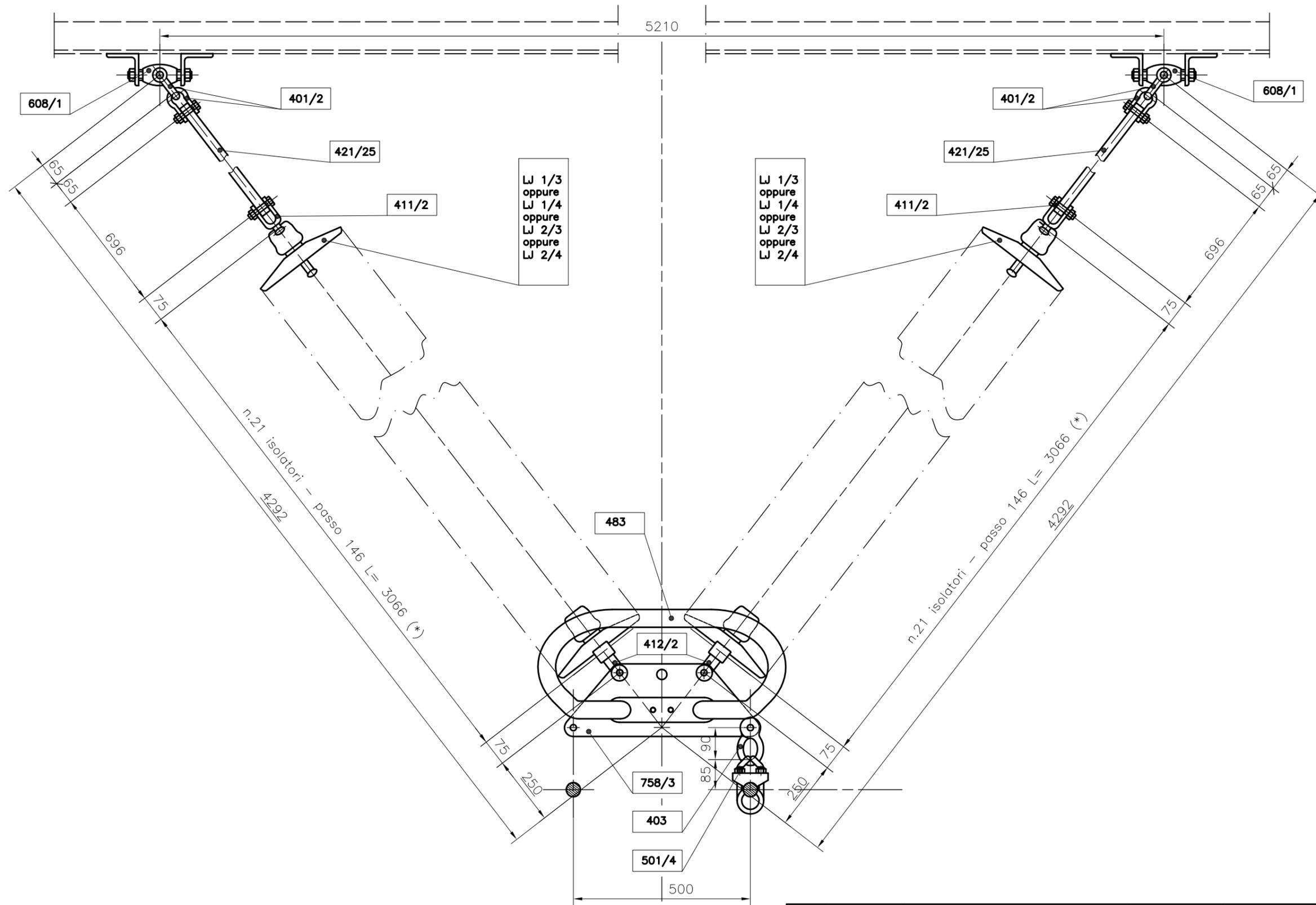
Esempio di descrizione ridotta:

I S O L B A S T P O R C 3 6 0 K N L J 2 1 / 2 U E

DCO - AI - UNITA' INGEGNERIA IMPIANTISTICA 2 - DSR - CENTRO RICERCA ELETTRICA

MATRICOLA		30 48 84	30 48 85
TIPO		21/1	21/2
Comportamento in nebbia salina (4) in posizione orizzontale	Salinità di tenuta (Kg/m ³)	20	56
	Tensione di prova (kV)	243	243
Tenuta alle sovratensioni di manovra sotto pioggia (8) (kV)		1050	1175
Lunghezza nominale minima linea di fuga totale (mm)		9550	11450
Lunghezza totale (mm)		3300 (2x1650)	4050 (3x1350)
Rapporto Dmax / d nocciolo		≥2,25	≥2,25
Dimensione A (mm)		1650	1350
Freccia statica massima sulla lunghezza totale (mm)		14	14
Carico di rottura a compressione (5) (7) (kN)		360	360
Carico di rottura a trazione (6) (7) (kN)		300	300
Momento flettente di rottura in testa (daN·m)		500	500

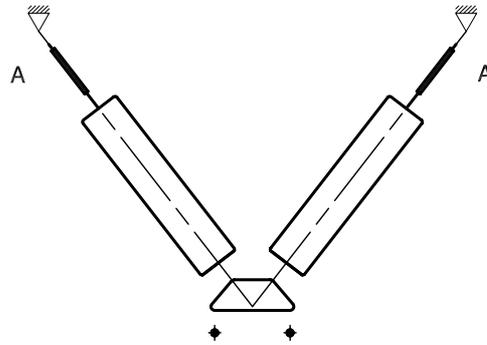
- 1) Materiale: flange in ghisa malleabile UNI ISO 5922 o acciaio UNI EN 10083/1 zincati a caldo. Viti in acciaio zincato o inossidabile. Rosette elastiche e rosette piane in acciaio inossidabile.
- 2) Prescrizioni: per la costruzione ed il collaudo LJ 1302 e CEI 36-6, per la fornitura Enel LJ 1552
Le prove da eseguire tra quelle specificate al punto 5.1 delle LJ 1302 sono: 1, 2, 3, 5, 6 (solo per isolatori con profilo diversi dai profili PA e PB unificati), 7, 9 parte b, 11, 13, 14.
La verifica dello spostamento angolare delle flange di estremità sarà effettuato secondo quanto prescritto nell'appendice A delle CEI 36-6 con la precisazione che tale spostamento non deve essere superiore a 1°.
- 3) Su ciascun esemplare o elemento costituente devono essere marcati: a) la sigla o il marchio di fabbrica del Costruttore, b) il carico di rottura a trazione e compressione seguiti dalle lettere kN, c) la sigla assegnata dal Costruttore e l'anno di fabbricazione.
- 4) I profili unificati tipo PA e PB hanno le caratteristiche di tenuta superficiale specificate in tabella (20 e 56gr/l). Il Costruttore può proporre profili diversi da quelli unificati purchè ad essi equivalenti. In tal caso l'equivalenza sarà dimostrata a cura del costruttore con le relative prove di tipo.
- 5) La prova di compressione sarà effettuata con una eccentricità iniziale "e" pari a 1,5 volte la freccia statica massima interponendo degli adatti cunei tra le flange.
- 6) La prova di trazione sarà effettuata con una eccentricità iniziale "e" pari alla freccia statica massima interponendo degli adatti cunei tra le flange.
- 7) Le prove di trazione e compressione saranno eseguite, secondo lo schema indicato in tabella, sugli esemplari che al controllo dimensionale hanno il minimo diametro di nocciolo. La lunghezza libera di inflessione "L" è di 4050mm per il tipo J21/1 e di 4800mm per il tipo J21/2
- 8) Il controllo della tenuta alle sovratensioni di manovra sotto pioggia sarà effettuato applicando l'espressione matematica riportata nell'appendice A delle LJ 1302, con la precisazione che per l'isolatore LJ 21/2 di lunghezza 4050 mm il coefficiente 880 diventa 1000.
- 9) Ogni elemento dovrà essere corredato dei bulloni occorrenti per il collegamento di una flangia.
- 10) Unità di misura: numero di esemplari (n)



Riferimento : C4

(*) Quota valida nel caso di catena composta da 21 isolatori passo 146 (LJ1/3)
La quota si riduce di 6mm se la catena e' composta da 18 isolatori passo 170

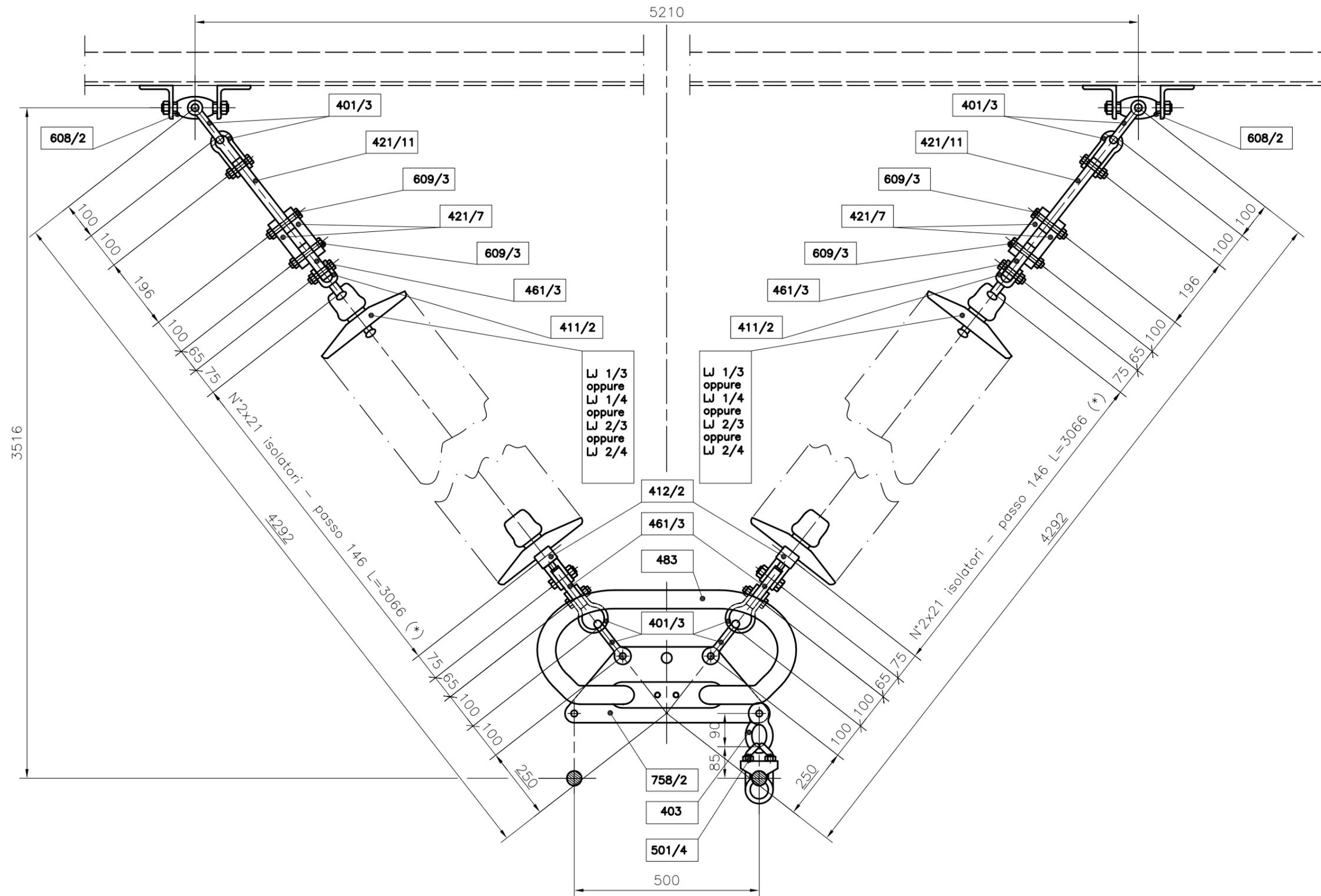
00	19/03/2004	PRIMA EMISSIONE	SVT/INL	SVT/INL		SVT/INL
Rev.	Data	Descrizione della revisione	Elaborato	Verificato	Collaborazioni	Approvato
Sostituisce il :						



ZONE A FORTE INQUINAMENTO

TABELLA PER LA SCELTA DELLE PROLUNGHE IN RELAZIONE
 AL NUMERO DI ISOLATORI IN SERIE DI TIPO ANTISALE
 (J2/3 , J2/4) IMPIEGATI

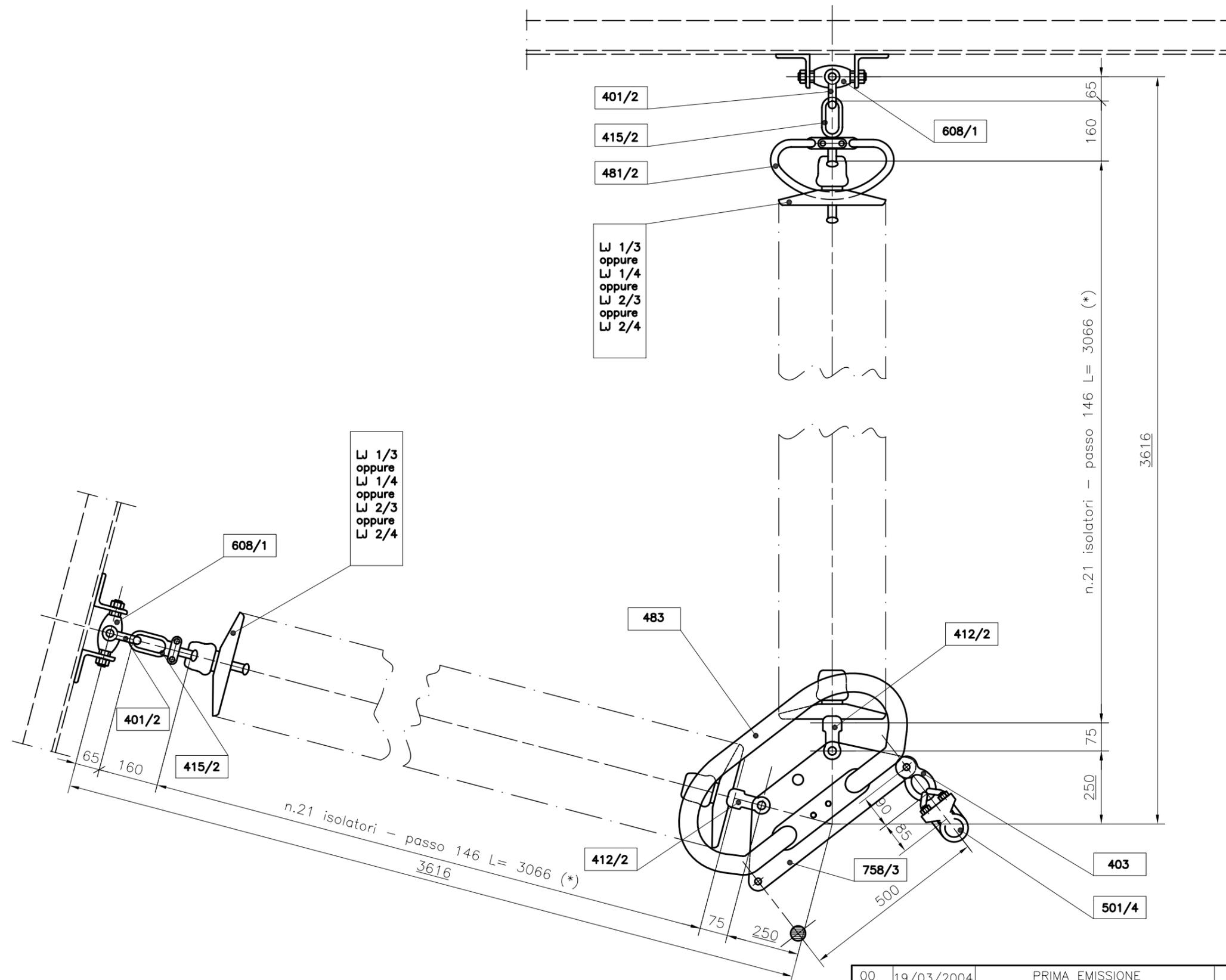
NUMERO ISOLATORI	PROLUNGHE A	
	LUNGH. (mm)	TIPO
18	696	421/25
21	186	421/9



Riferimento : C4

(*) Quota valida nel caso di catena composta da 21 isolatori passo 146 (LJ1/3)
La quota si riduce di 6mm se la catena e' composta da 18 isolatori passo 170

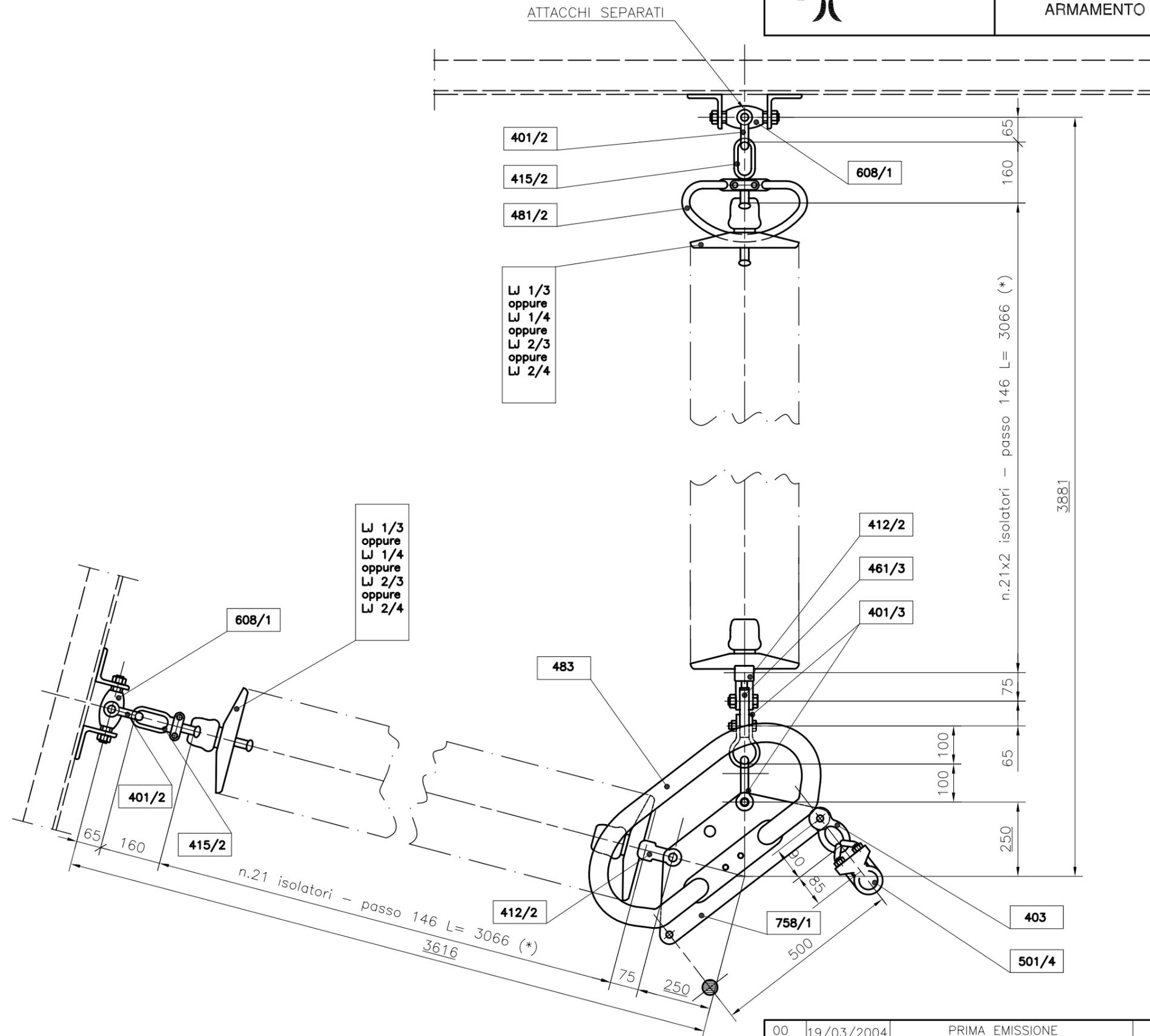
00	19/03/2004	PRIMA EMISSIONE	SVT/INL	SVT/INL		SVT/INL
Rev.	Data	Descrizione della revisione	Elaborato	Verificato	Collaborazioni	Approvato
Sostituisce il :						



Riferimento : C4

(*) Quota valida nel caso di catena composta da 21 isolatori passo 146 (LJ1/3)
La quota si riduce di 6mm se la catena e' composta da 18 isolatori passo 170

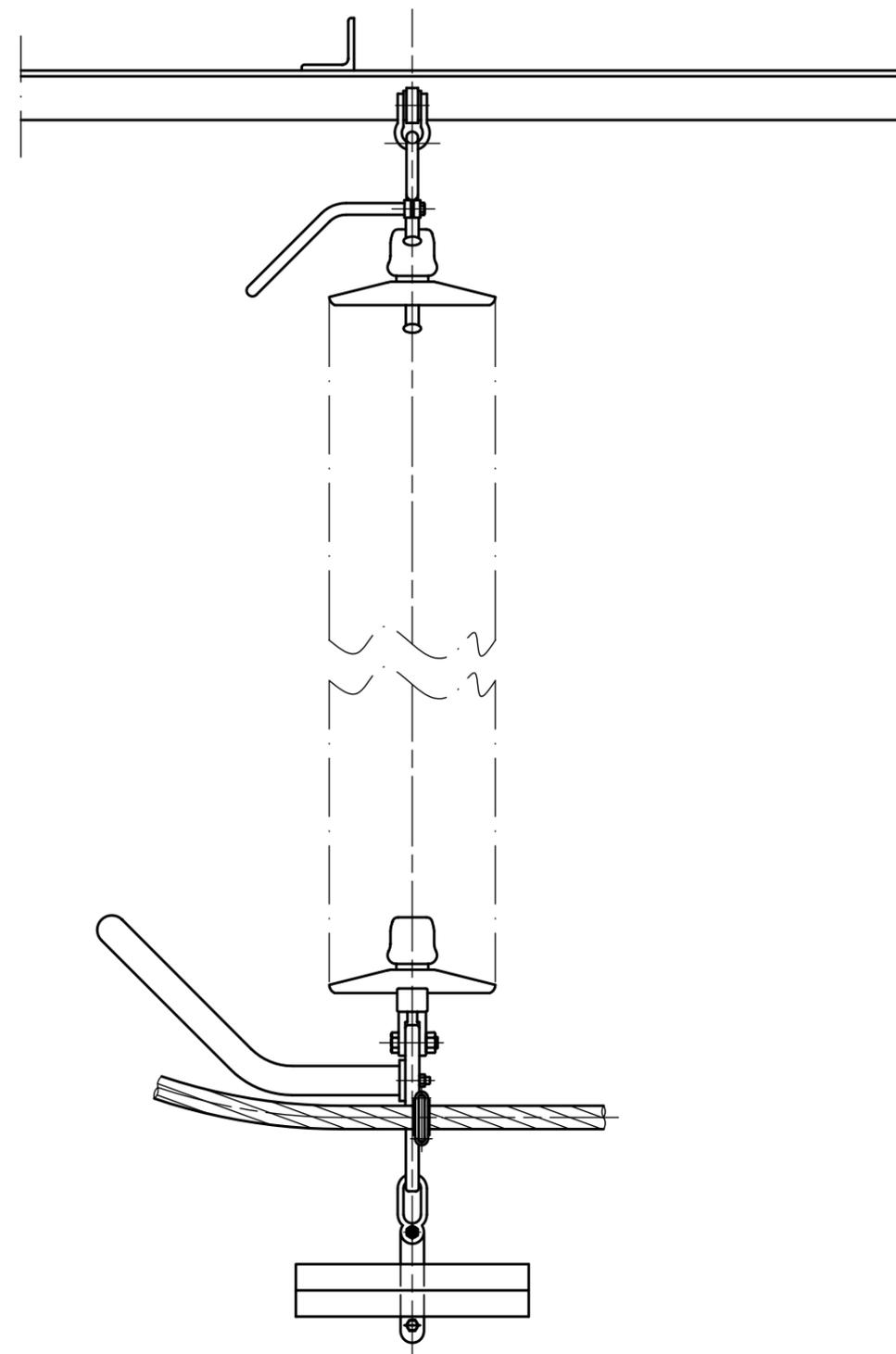
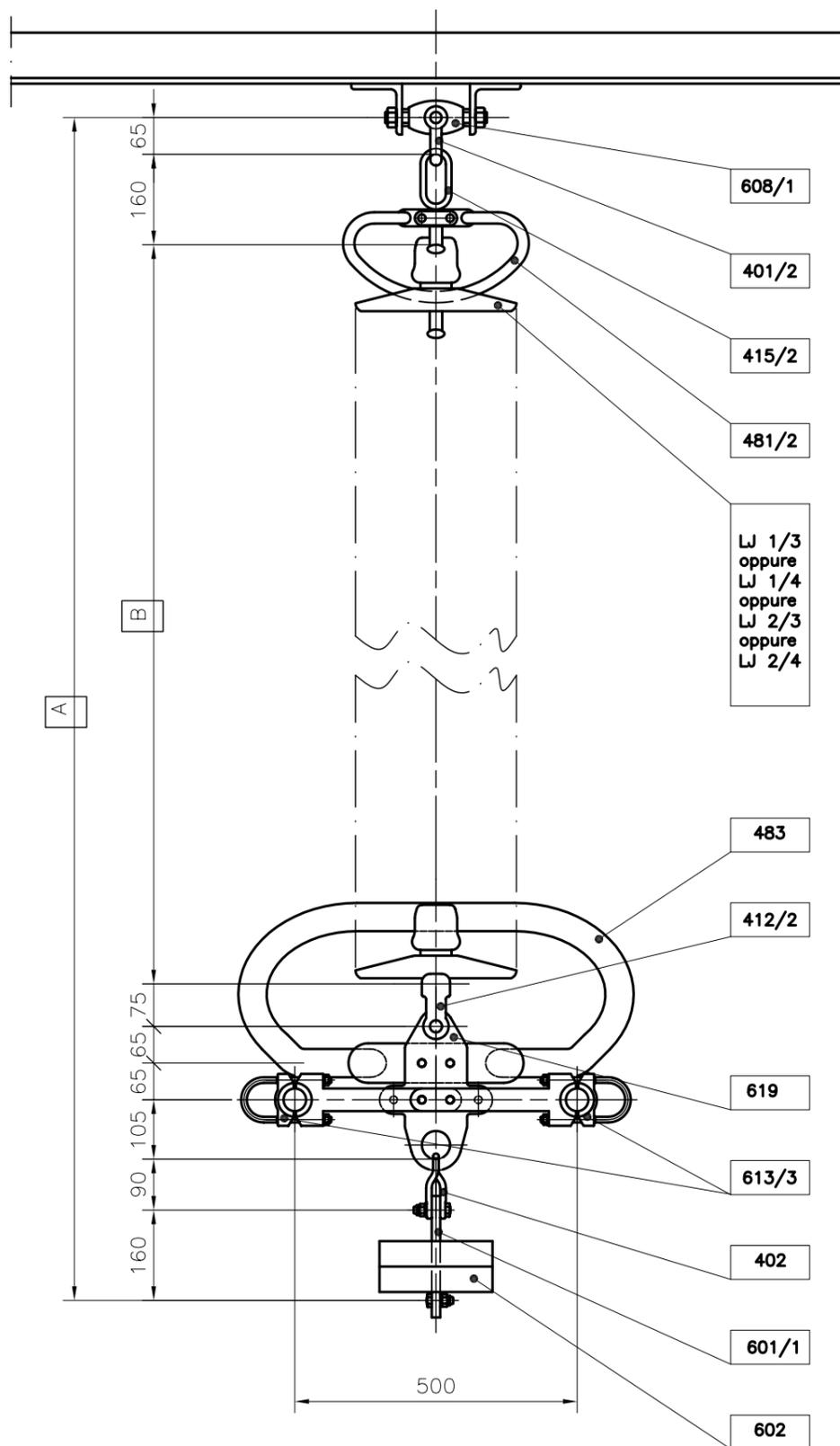
00	19/03/2004	PRIMA EMISSIONE	SVT/INL	SVT/INL		SVT/INL
Rev.	Data	Descrizione della revisione	Elaborato	Verificato	Collaborazioni	Approvato
Sostituisce il :						
			M. Meloni	A. Posati		R. Rendina



Riferimento : C4

(*) Quota valida nel caso di catena composta da 21 isolatori passo 146 (LJ1/3)
La quota si riduce di 6mm se la catena e' composta da 18 isolatori passo 170

00	19/03/2004	PRIMA EMISSIONE	SVT/INL	SVT/INL		SVT/INL
Rev.	Data	Descrizione della revisione	Elaborato	Verificato	Collaborazioni	Approvato
Sostituisce il :						
			M. Meloni	A. Posati		R. Rendina



Riferimento : C4

00	19/03/2004	PRIMA EMISSIONE	SVT/INL	SVT/INL		SVT/INL
			M. Meloni	A. Posati		R. Rendina
Rev.	Data	Descrizione della revisione	Elaborato	Verificato	Collaborazioni	Approvato
Sostituisce il :						

DIMENSIONI DELL' ARMAMENTO IN RELAZIONE AL NUMERO DI ISOLATORI IN SERIE (RIF. LJ 125)

- 1) ZONE A INQUINAMENTO LEGGERO E MEDIO – (isolatori di tipo normale J1/3, J1/4)

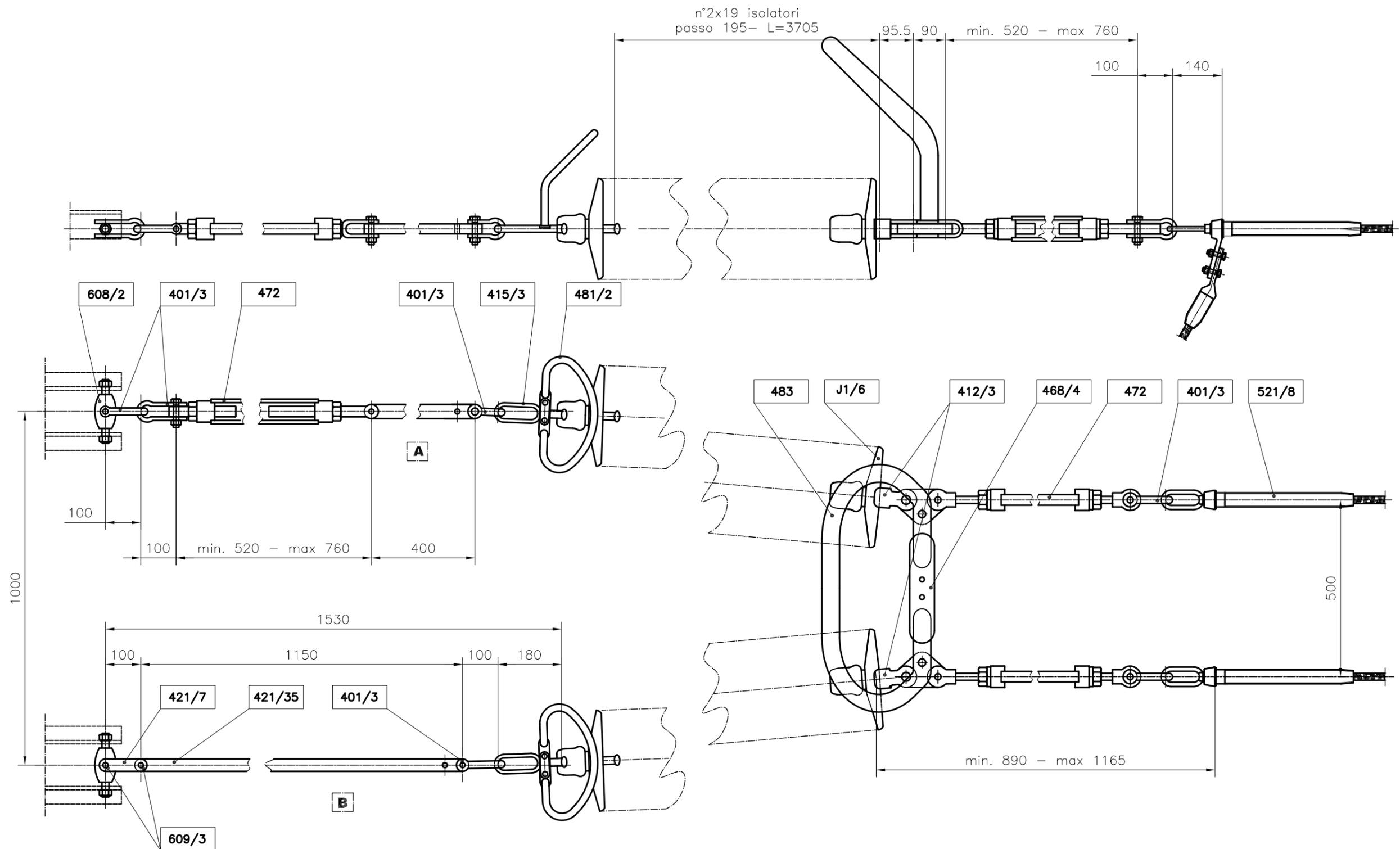
ISOLATORI		DIMENSIONI (mm)	
NUMERO	PASSO	a	b
21	146	3821	3066
18	170	3845	3060

- 2) ZONE A INQUINAMENTO PESANTE – (isolatori di tipo antisale J2/3, J2/4)

ISOLATORI		DIMENSIONI (mm)	
NUMERO	PASSO	a	b
18	170	3845	3060

- 3) ZONE A INQUINAMENTO ECCEZIONALE – (isolatori di tipo antisale J2/3, J2/4)

ISOLATORI		DIMENSIONI (mm)	
NUMERO	PASSO	a	b
25	170	5035	4250



Riferimento : C4

00	19/03/2004	PRIMA EMISSIONE	SVT/INL	SVT/INL		SVT/INL
Rev.	Data	Descrizione della revisione	Elaborato	Verificato	Collaborazioni	Approvato
Sostituisce il :						

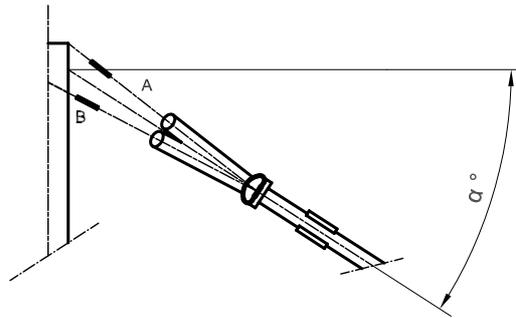


TABELLA PER LA SCELTA DELLE PROLUNGHE IN RELAZIONE
 ALL' ANGOLO DI USCITA DEL FASCIO DI CONDUTTORI DAL SOSTEGNO

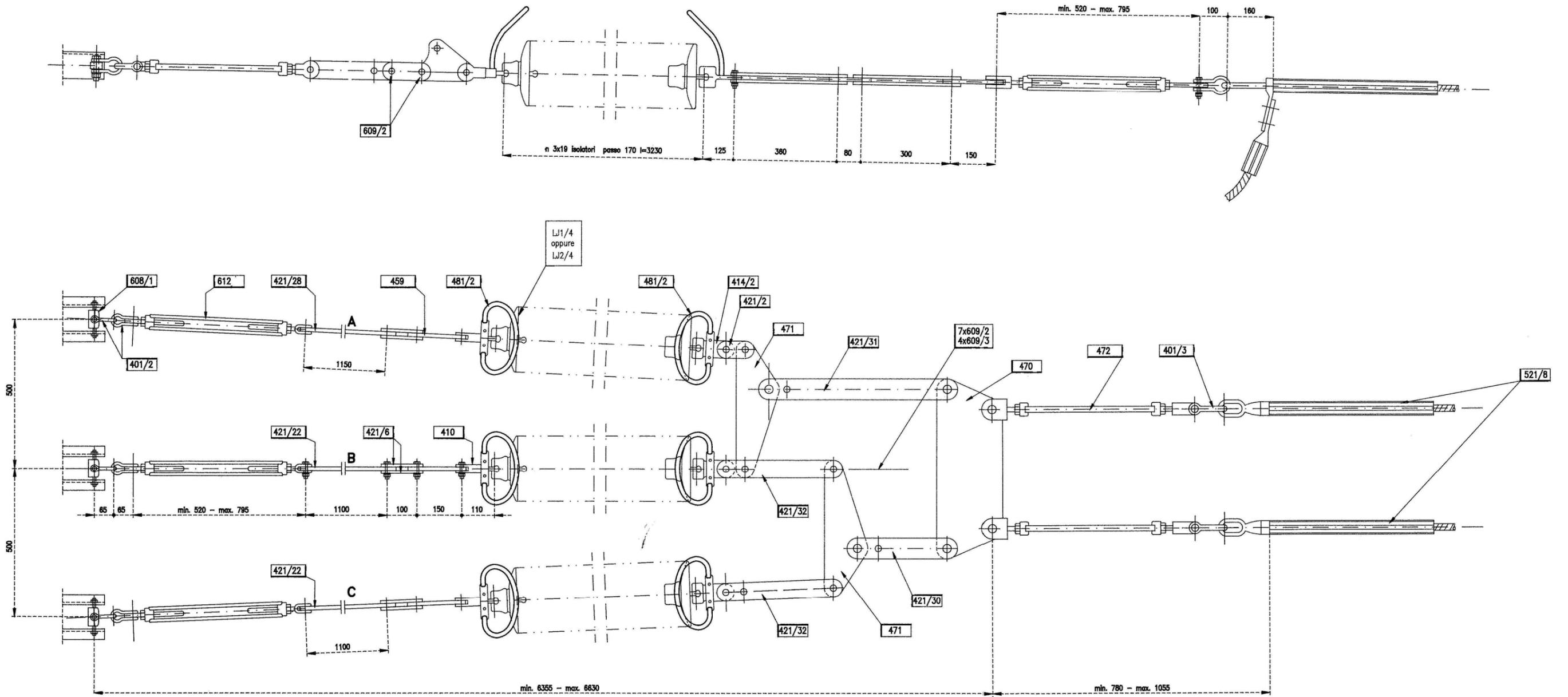
α° (compreso tra)	PROLUNGA			
	A		B	
	LUNGH. (mm)	TIPO	LUNGH. (mm)	TIPO
0° + 5°	400	421/37	1150	421/35
5° + 17°	600	421/31	1150	421/35
17° ÷ 29°	800	421/33	1150	421/35
29° ÷ 43°	1000	421/34	1150	421/35
43° ÷ 45°	1200	421/36	1150	421/35

UNIFICAZIONE
ENEL

LINEE A 380 kV
CONDUTTORI IN ALLUMINIO - ACCIAIO Ø 40,6 BINATI
ARMAMENTO DI AMARRO TRIPLO

LM 94

Novembre 1993
Ed. 1 - 1/2



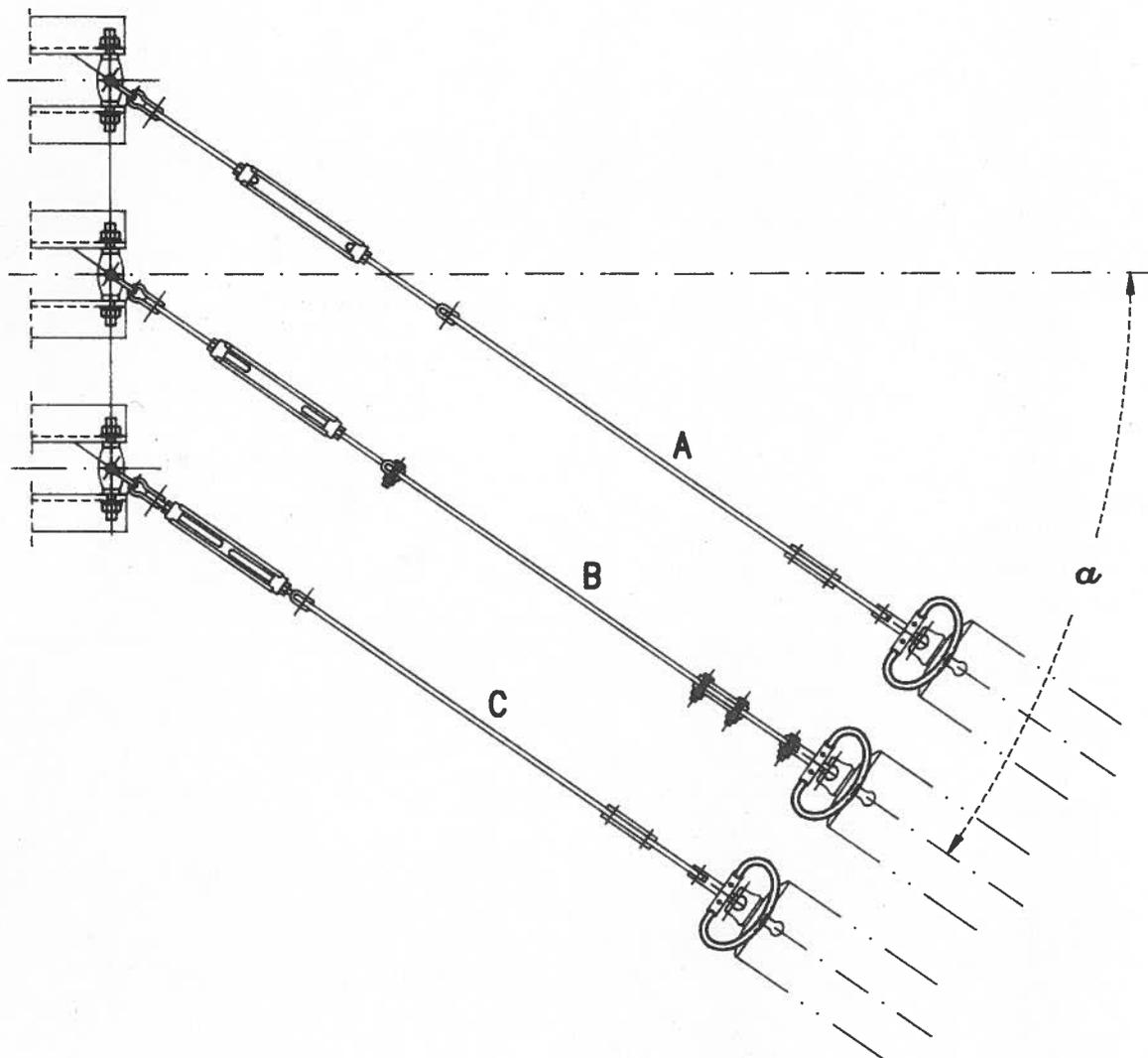
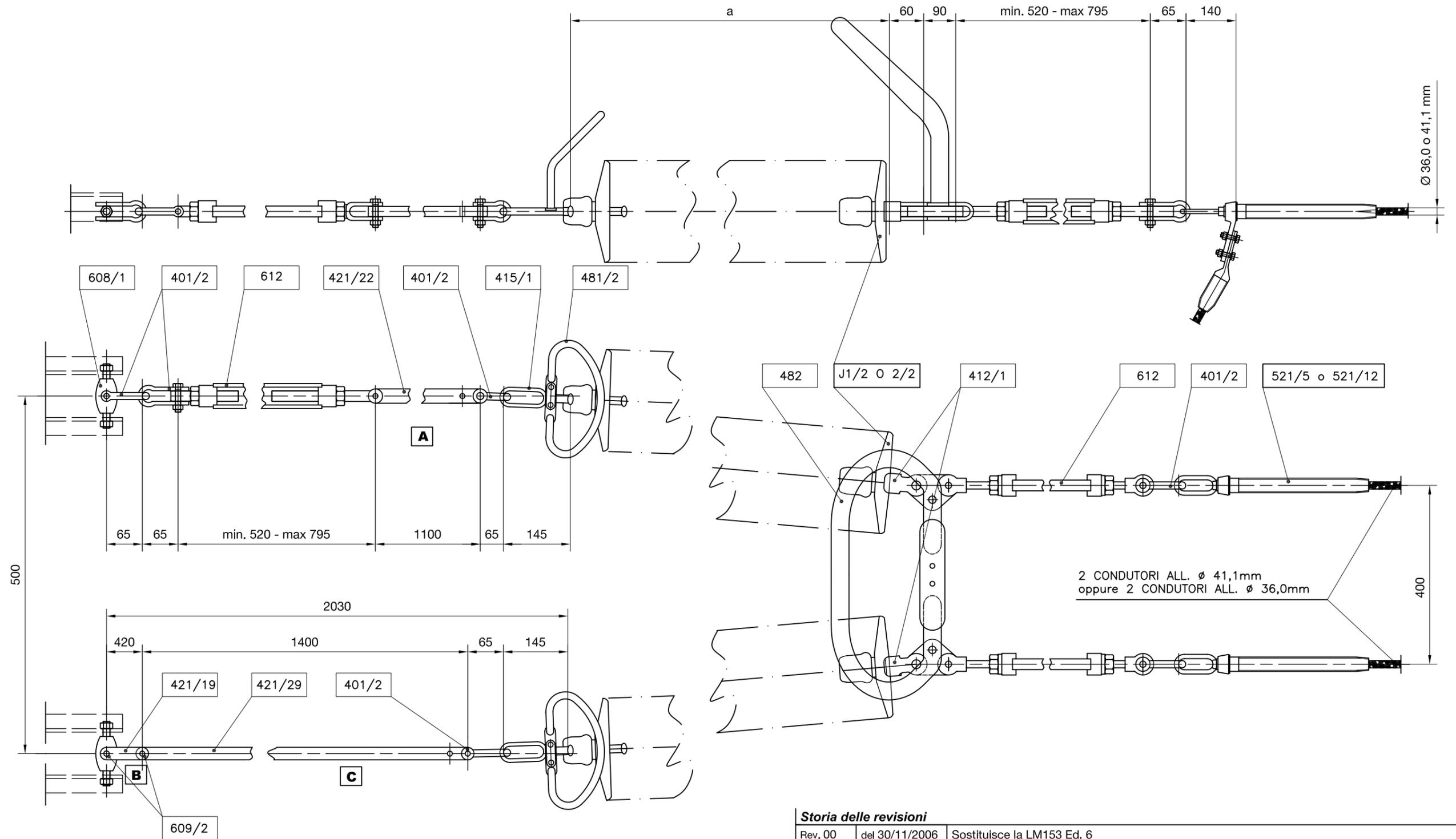


TABELLE PER LA SCELTA DELLE PROLUNGHE IN RELAZIONE
ALL'ANGOLO DI USCITA DEL FASCIO DI CONDUTTORI DAL SOSTEGNO

$\langle \alpha \rangle$ (compreso tra)	PROLUNGA					
	A		B		C	
	tipo	lunghezza (mm)	tipo	lunghezza (mm)	tipo	lunghezza (mm)
0° - 16°	421/28	1150	421/22	1100	421/22	1100
16° - 33°	421/29	1400	421/28	1150	421/22	1100
33° - 45°	421/26 421/6 421/26	800 100 800	421/29	1400	421/22	1100



Storia delle revisioni

Rev. 00 del 30/11/2006 Sostituisce la LM153 Ed. 6

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.

Riferimenti : C5 - C8

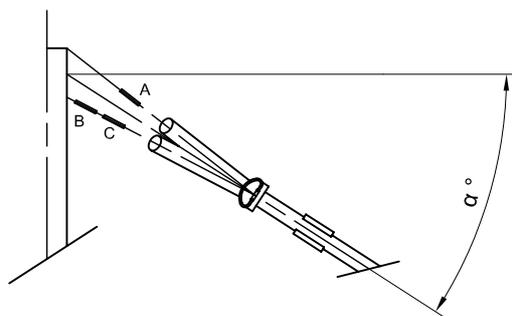


TABELLA PER LA SCELTA DELLE PROLUNGHE IN RELAZIONE ALL' ANGOLO DI USCITA DEL FASCIO DI CONDUTTORI DAL SOSTEGNO

$< \alpha^\circ \leq$ (compreso tra)	PROLUNGA					
	A		B		C	
	LUNGH. (mm)	TIPO	LUNGH. (mm)	TIPO	LUNGH. (mm)	TIPO
0° ÷ 16°	1100	421/22	420	421/19	1400	421/29
16° ÷ 33°	1100	421/22	265	421/21	1400	421/29
33° ÷ 45°	1100	421/22	186	421/9	1400	421/29

DIMENSIONI DELL'ARMAMENTO IN RELAZIONE AL NUMERO
DI ISOLATORI IN SERIE (Rif. LJ125)

- 1) ZONE A INQUINAMENTO LEGGERO E MEDIO – (isolatori di tipo normale J1/2)

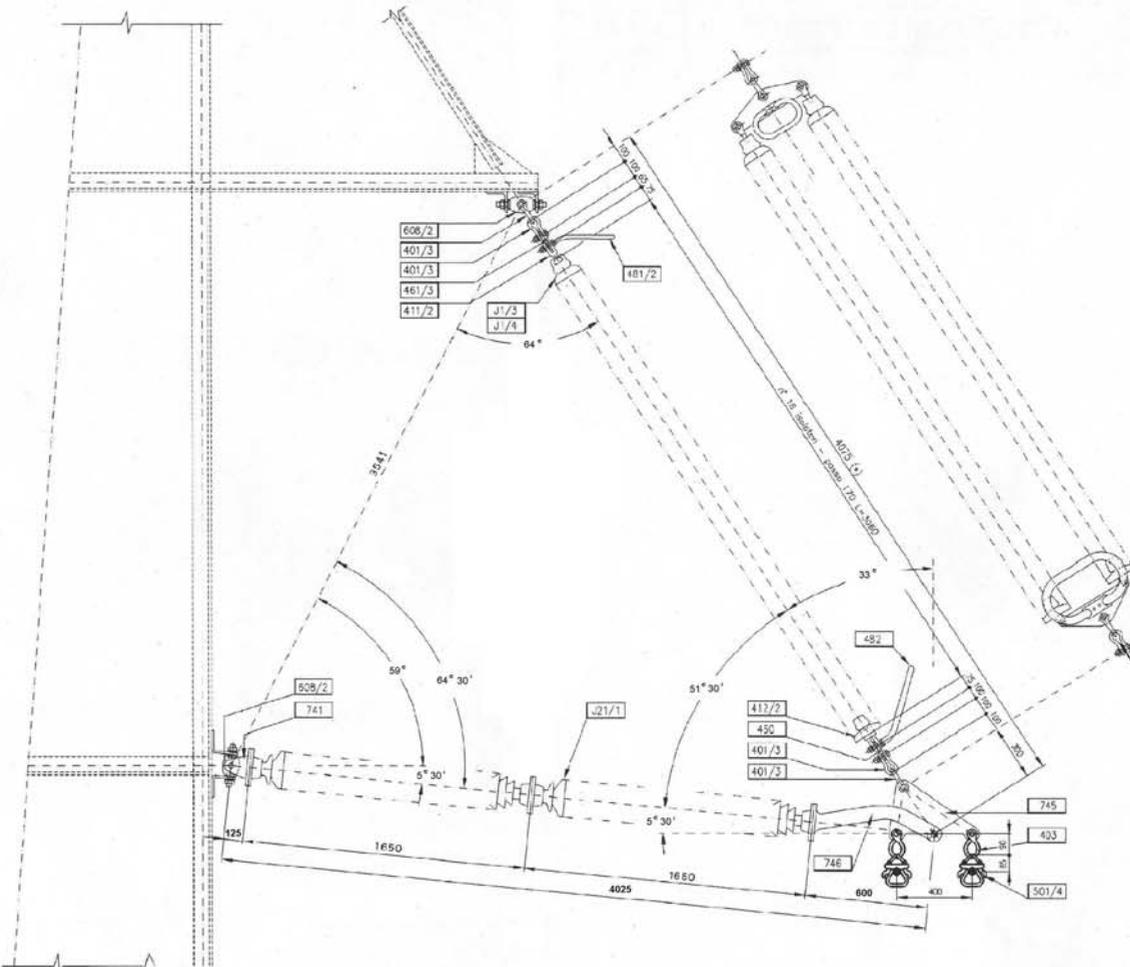
ISOLATORI		DIMENSIONI (mm)		
NUMERO	PASSO	a	b min.	b max.
2 X 22	146	3212	-	-

- 2) ZONE A INQUINAMENTO PESANTE – (isolatori di tipo antisale J2/2)

ISOLATORI		DIMENSIONI (mm)		
NUMERO	PASSO	a	b min.	b max.
2 X 22	146	3212	-	-

- 3) ZONE A INQUINAMENTO ECCEZIONALE – (isolatori di tipo antisale J2/2)

ISOLATORI		DIMENSIONI (mm)		
NUMERO	PASSO	a	b min.	b max.
2 X 30	146	4380	-	-



Riferimento : C4

(*) Quota valida per N°18 isolatori J 1/4. Nel caso di impiego in alternativa di 21 isolatori J 1/3 passo 146 , la quota aumenta di 6 mm.

	Elaborato	Verificato	Approvato	Data	Revisione
Funzione/Unità	RIS	RIS	RIS		
Nome	A. Posati - C.D'Amrosia	A. Posati	It. Plendina	19.03.2003	00
Firma	<i>A. Posati</i>	<i>A. Posati</i>	<i>It. Plendina</i>		
Sostituisce 11:	UE LM92				

UNIFICAZIONE

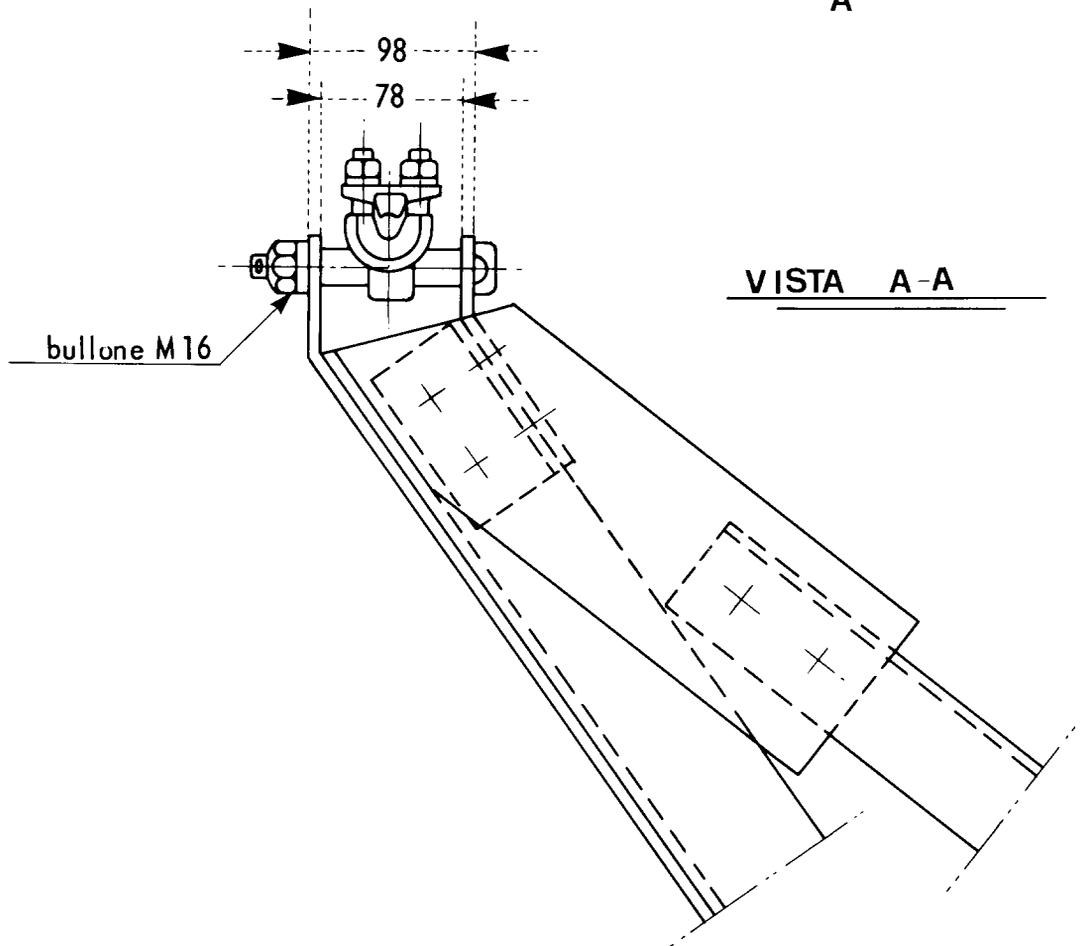
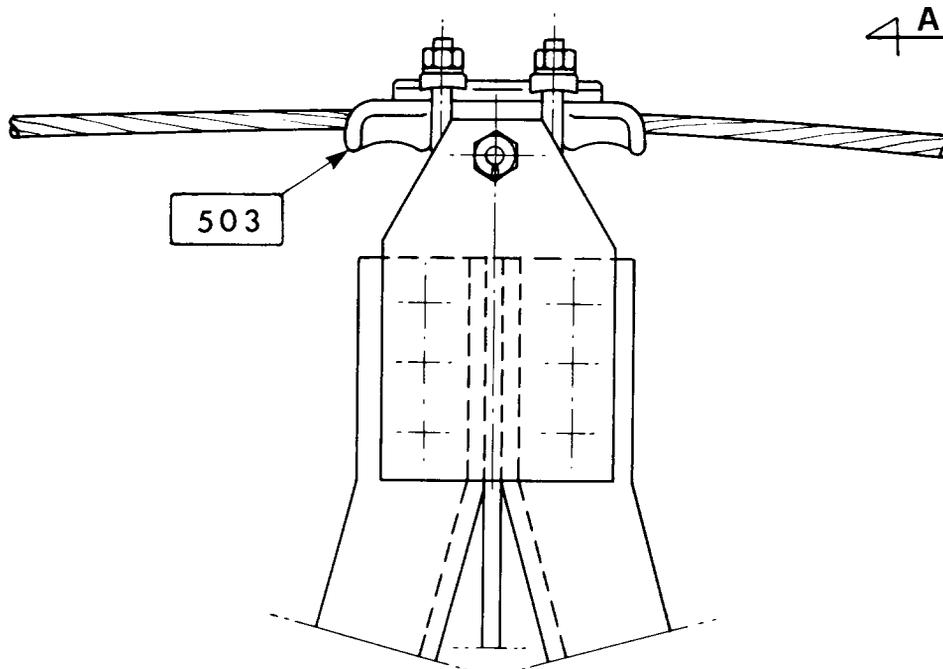
ENEL

LINEE A 380 kV -
ARMAMENTO PER SOSPENSIONE DELLA CORDA DI GUARDIA
IN ACCIAIO O IN ACCIAIO RIVESTITO DI ALLUMINIO
(ALUMOWELD) Ø 11,5

25 XX BC

LM 202

Luglio 1994
Ed. 4 - 1/1



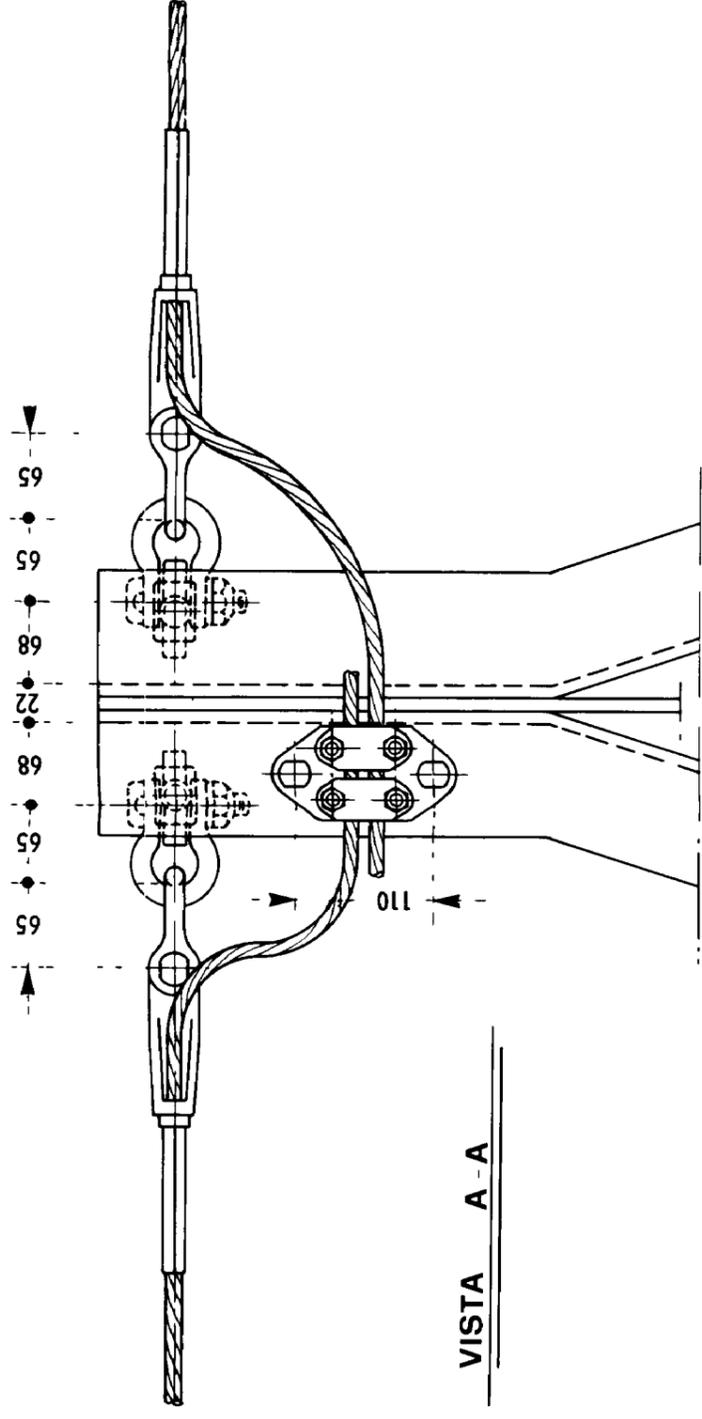
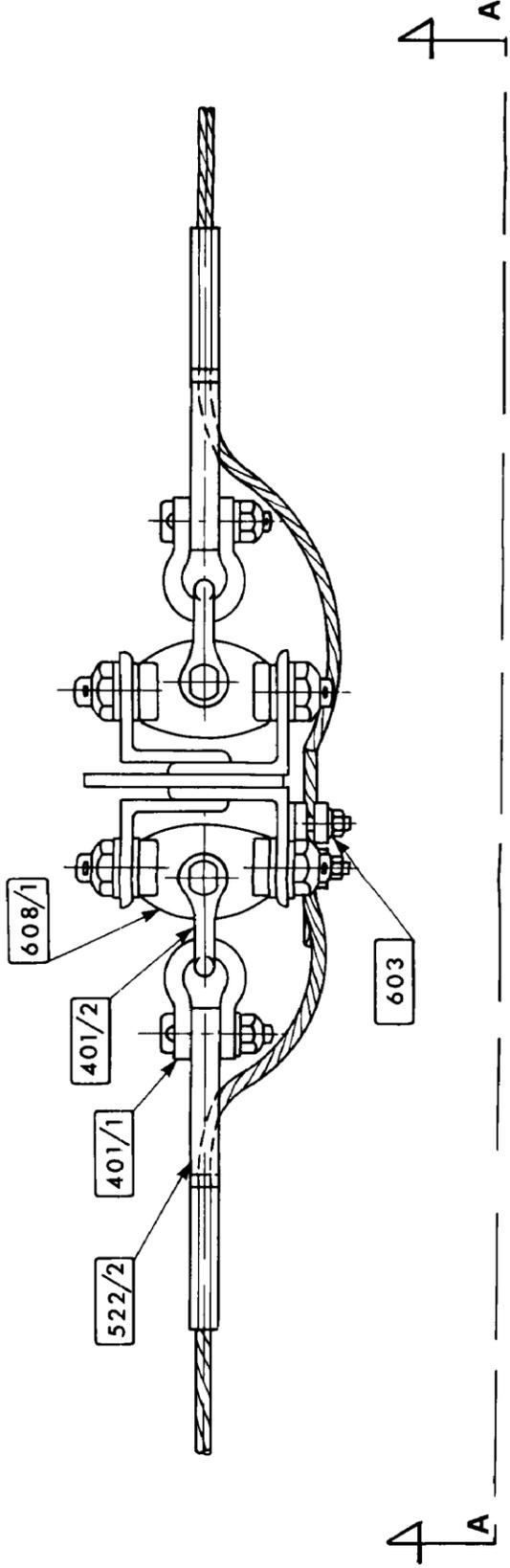
DCO - AITC - UNITA' INGEGNERIA IMPIANTISTICA 2

Riferimenti: C23, C51

25 XX BF
LM 253
 Luglio 1994
 Ed 4 - 1/1

LINEE A 380 kV -
 ARMAMENTO PER AMARRO DELLA CORDA DI GUARDIA
 IN ACCIAIO O IN ACCIAIO RIVESTITO DI ALLUMINIO
 (ALUMOWELD) Ø 11,5

UNIFICAZIONE
ENEL



VISTA A-A

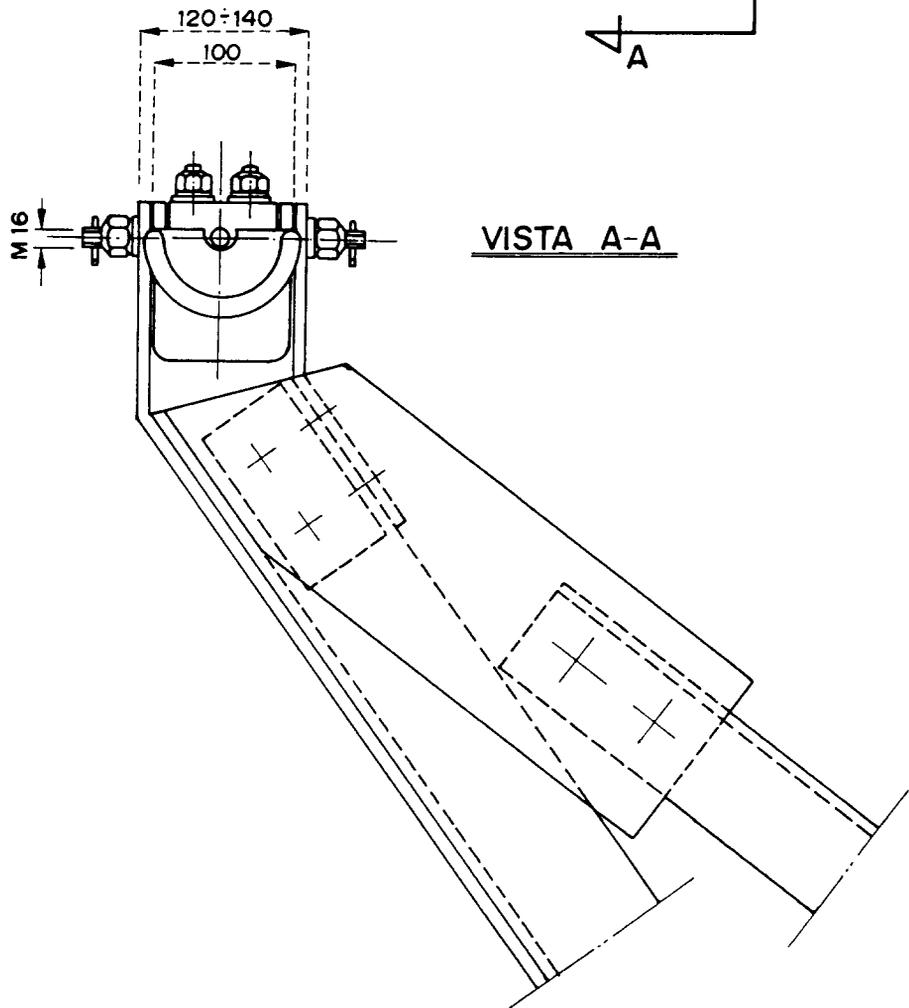
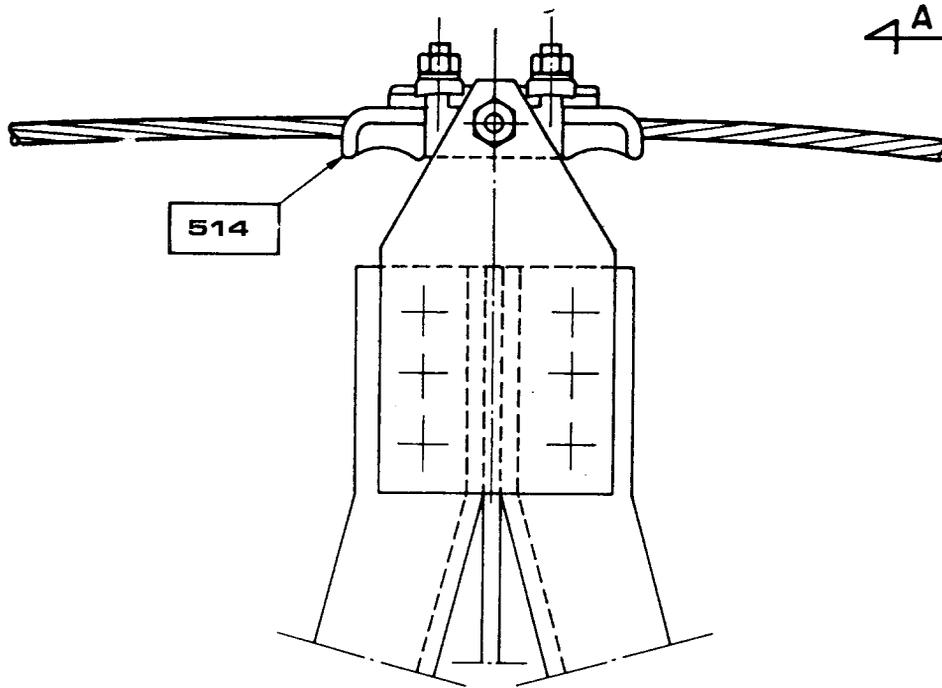
UNIFICAZIONE

ENEL

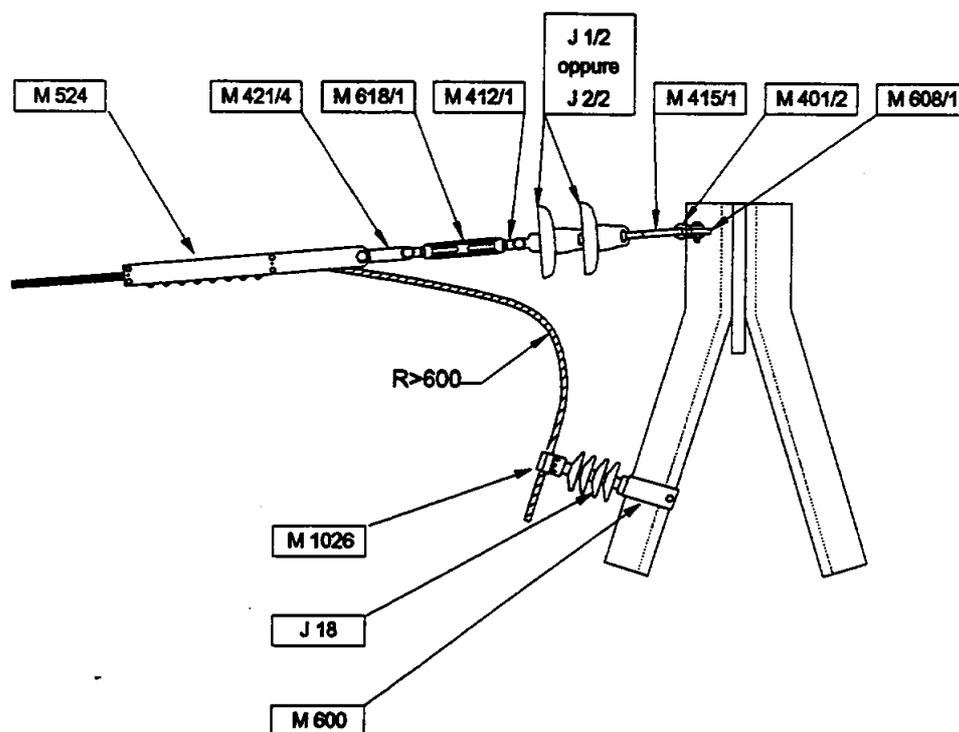
LINEE A 380 kV
ARMAMENTO PER SOSPENSIONE DELLA CORDA DI GUARDIA
INCORPORANTE FIBRE OTTICHE Ø 17,9

LM 212

Gennaio 1994
Ed. 2 - 1/1



DCO ... AITC ... UNITÀ INGEGNERIA IMPIANTISTICA 2



Nota Le quantità dei morsetti unifilari M 1026, degli isolatori J 18 e delle staffe di fissaggio M 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: LC 50

UNIFICAZIONE

ENELLINEE A 380 KV SEMPLICE TERNA AD Y – CONDUTTORI Ø 31,5 TRINATI
SOSTEGNI "N"**LS 1063**Gennaio 1994
Ed. 6 – 1/5**ELEMENTI STRUTTURALI COMPONENTI I SOSTEGNI**

SOSTEGNI		Mensola	Parte comune	TRONCHI					Base	Piedi (n. 4 pezzi)
TIPO	RIF.			I	II	III	IV	V		
ELEMENTI STRUTTURALI N.										
NV 15	1063/1	2024	2025	–	–	–	–	–	2033	2043
NV 18	1063/2	2024	2025	2028	–	–	–	–	2034	2043
NV 21	1063/3	2024	2025	2028	–	–	–	–	2035	2043
NV 24	1063/4	2024	2025	2028	2029	–	–	–	2036	2043
NV 27	1063/5	2024	2025	2028	2029	–	–	–	2037	2044
NV 30	1063/6	2024	2025	2028	2029	2030	–	–	2038	2044
NV 33	1063/7	2024	2025	2028	2029	2030	–	–	2039	2044
NV 36	1063/8	2024	2025	2028	2029	2030	2031	–	2040	2044
NV 39	1063/9	2024	2025	2028	2029	2030	2031	–	2041	2044
NV 42	1063/10	2024	2025	2028	2029	2030	2031	2032	2042	2044

Per le fondazioni vedere Tabelle: LF 1005, LF 1025, LF 1045, LF 1065, LF 1085

LF 2005, LF 2025, LF 2045, LF 2065.

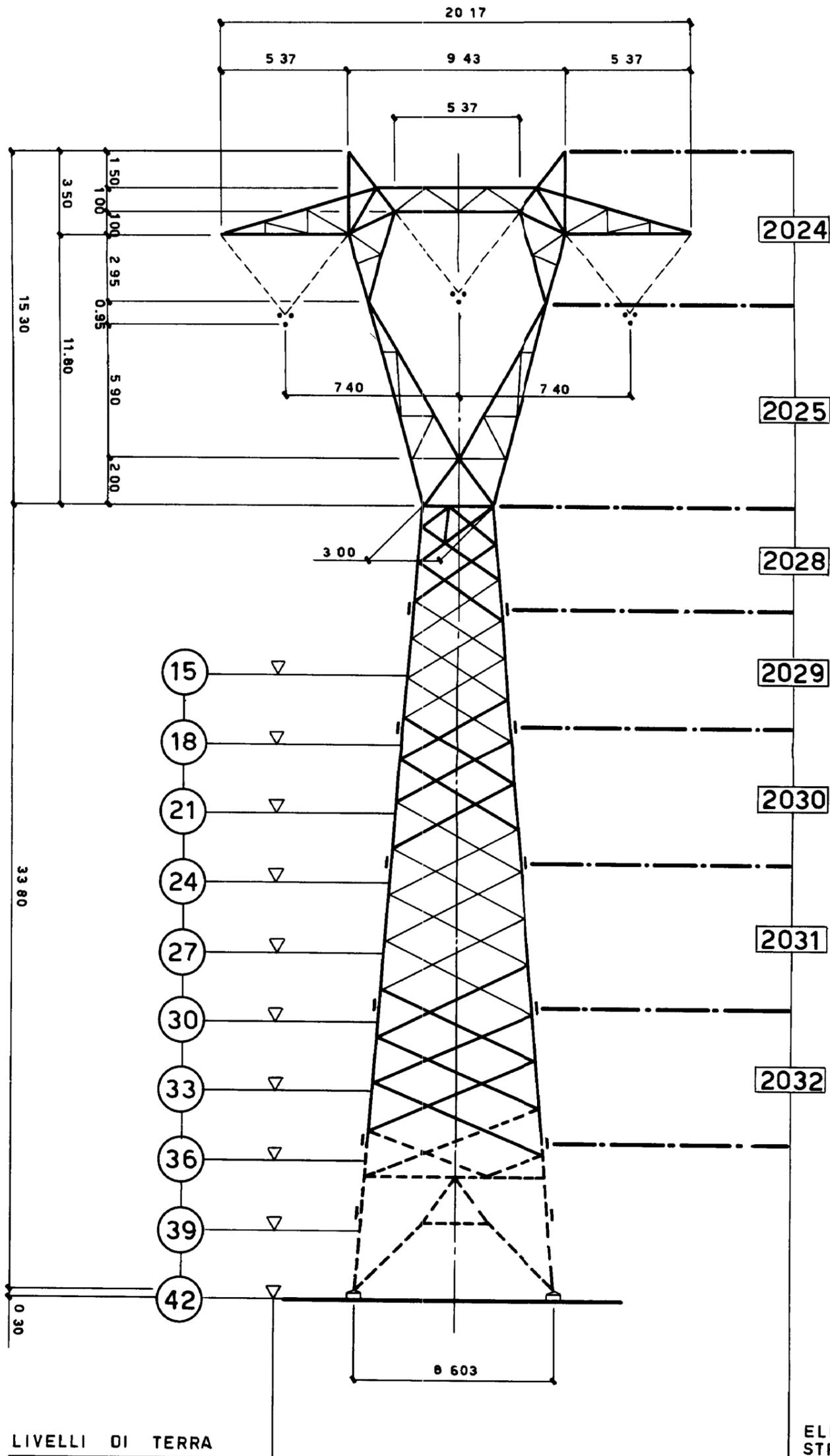
ELEMENTI STRUTTURALI COMPONENTI I SOSTEGNI

SOSTEGNI		Mensola	Parte comune	TRONCHI					Base	Piedi (n. 4 pezzi)
TIPO	RIF.			I	II	III	IV	V		
ELEMENTI STRUTTURALI N.										
NT 12	1063/21	2027		-	-	-	-	-	2132	2043
NT 15	1063/22	2027		2131	-	-	-	-	2034	2043
NT 18	1063/23	2027		2131	-	-	-	-	2035	2043
NT 21	1063/24	2027		2131	2029	-	-	-	2036	2043
NT 24	1063/25	2027		2131	2029	-	-	-	2037	2141
NT 27	1063/26	2027		2131	2029	2030	-	-	2038	2141
NT 30	1063/27	2027		2131	2029	2030	-	-	2039	2141
NT 33	1063/28	2027		2131	2029	2030	2031	-	2040	2141
NT 36	1063/29	2027		2131	2029	2030	2031	-	2041	2141
NT 39	1063/30	2027		2131	2029	2030	2031	2032	2042	2141

Per le fondazioni vedere Tabelle: LF 1005, LF 1025, LF 1045, LF 1065, LF 1085

LF 2005, LF 2025, LF 2045, LF 2065.

VISTA TRASVERSALE



LIVELLI DI TERRA

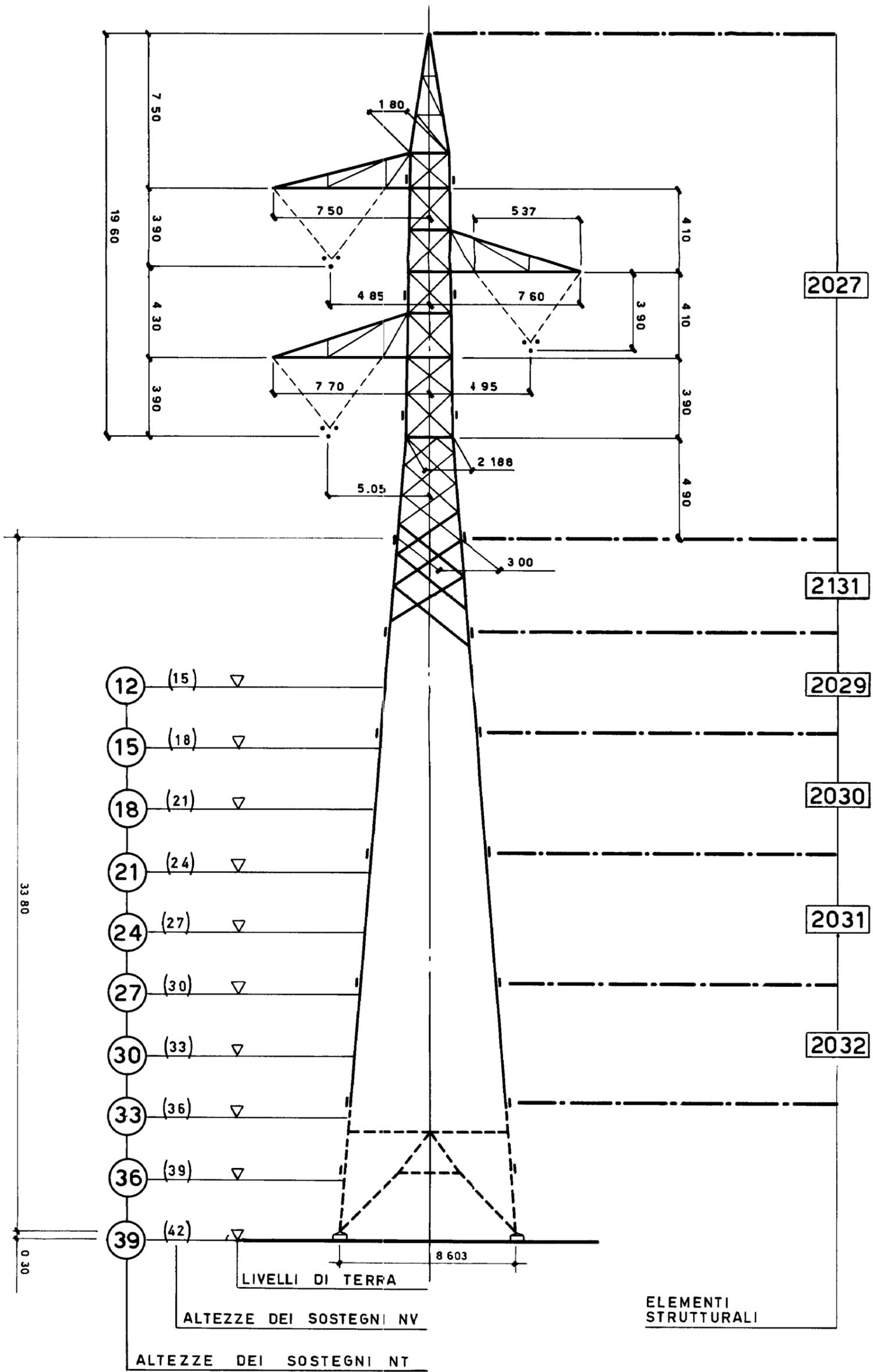
ELEMENTI STRUTTURALI

UNIFICAZIONE
ENEL

Gennaio 1994
Ed 6 3/5

LS 1063

VISTA TRASVERSALE

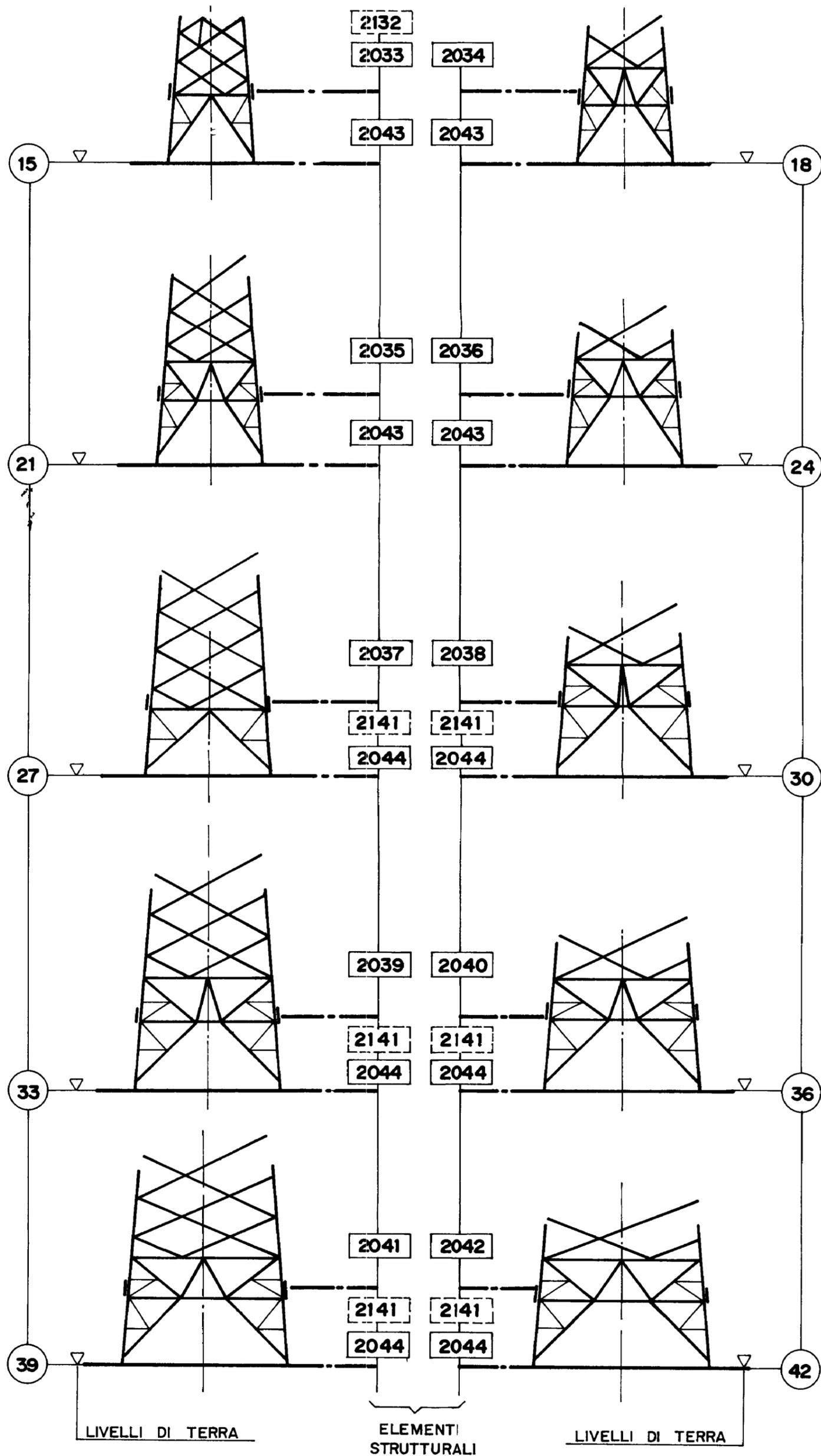


UNIFICAZIONE
ENEL

LS 1063

Gennaio 1994
Ed. 6-4/5

BASI



UNIFICAZIONE
ENEL

LS 1063

Gennaio 1994
Ed. 6-5/5

UNIFICAZIONE

ENELLINEE A 380 kV SEMPLICE TERNA AD Y – CONDUTTORI Ø 31,5 TRINATI
SOSTEGNI "M"**LS 1064**Gennaio 1994
Ed. 6 – 1/8**ELEMENTI STRUTTURALI COMPONENTI I SOSTEGNI**

SOSTEGNI		Mensola	Parte comune	TRONCHI					Base	Piedi (n. 4 pezzi)
TIPO	RIF.			I	II	III	IV	V		
ELEMENTI STRUTTURALI N.										
MV 15	1064/1	2048	2050	–	–	–	–	–	2056	2066
MV 18	1064/2	2048	2050	–	–	–	–	–	2057	2066
MV 21	1064/3	2048	2050	2051	–	–	–	–	2058	2066
MV 24	1064/4	2048	2050	2051	2052	–	–	–	2059	2066
MV 27	1064/5	2048	2050	2051	2052	–	–	–	2060	2067
MV 30	1064/6	2048	2050	2051	2052	2053	–	–	2061	2067
MV 33	1064/7	2048	2050	2051	2052	2053	–	–	2062	2067
MV 36	1064/8	2048	2050	2051	2052	2053	2054	–	2063	2067
MV 39	1064/9	2048	2050	2051	2052	2053	2054	–	2064	2067
MV 42	1064/10	2048	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2065	2067

Per le fondazioni vedere Tabelle: LF 1005, LF 1025, LF 1045, LF 1065, LF 1085

LF 2005, LF 2025, LF 2045, LF 2065.

ELEMENTI STRUTTURALI COMPONENTI I SOSTEGNI

SOSTEGNI		Mensola	Parte comune	TRONCHI							Base	Piedi (n. 4 pezzi)
TIPO	RIF.			I	II	III	IV	V	VI	VII		
ELEMENTI STRUTTURALI N.												
MV 45	1064/11	2048	2050	2051	2052	2053	2054	2055	-	-	2192	2196
MV 48	1064/12	2048	2050	2052	2052	2053	2054	2055	2190	-	2193	2196
MV 51	1064/13	2048	2050	2052	2052	2053	2054	2055	2190	-	2194	2196
MV 54	1064/14	2048	2050	2052	2052	2053	2054	2055	2190	2191	2195	2196

Per le fondazioni vedere Tabelle: LF 1005, LF 1025, LF 1045, LF 1065, LF 1085

LF 2005, LF 2025, LF 2045, LF 2065.

ELEMENTI STRUTTURALI COMPONENTI I SOSTEGNI

SOSTEGNI		Mensola	Parte comune	TRONCHI					Base	Piedi (n. 4 pezzi)
TIPO	RIF.			I	II	III	IV	V		
ELEMENTI STRUTTURALI N.										
ML 15	1064/21	2049	2050	-	-	-	-	-	2056	2066
ML 18	1064/22	2049	2050	-	-	-	-	-	2057	2066
ML 21	1064/23	2049	2050	2051	-	-	-	-	2058	2066
ML 24	1064/24	2049	2050	2051	2052	-	-	-	2059	2066
ML 27	1064/25	2049	2050	2051	2052	-	-	-	2060	2067
ML 30	1064/26	2049	2050	2051	2052	2053	-	-	2061	2067
ML 33	1064/27	2049	2050	2051	2052	2053	-	-	2062	2067
ML 36	1064/28	2049	2050	2051	2052	2053	2054	-	2063	2067
ML 39	1064/29	2049	2050	2051	2052	2053	2054	-	2064	2067
ML 42	1064/30	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2065	2067

Per le fondazioni vedere Tabelle: LF 1005, LF 1025, LF 1045, LF 1065, LF 1085

LF 2005, LF 2025, LF 2045, LF 2065.

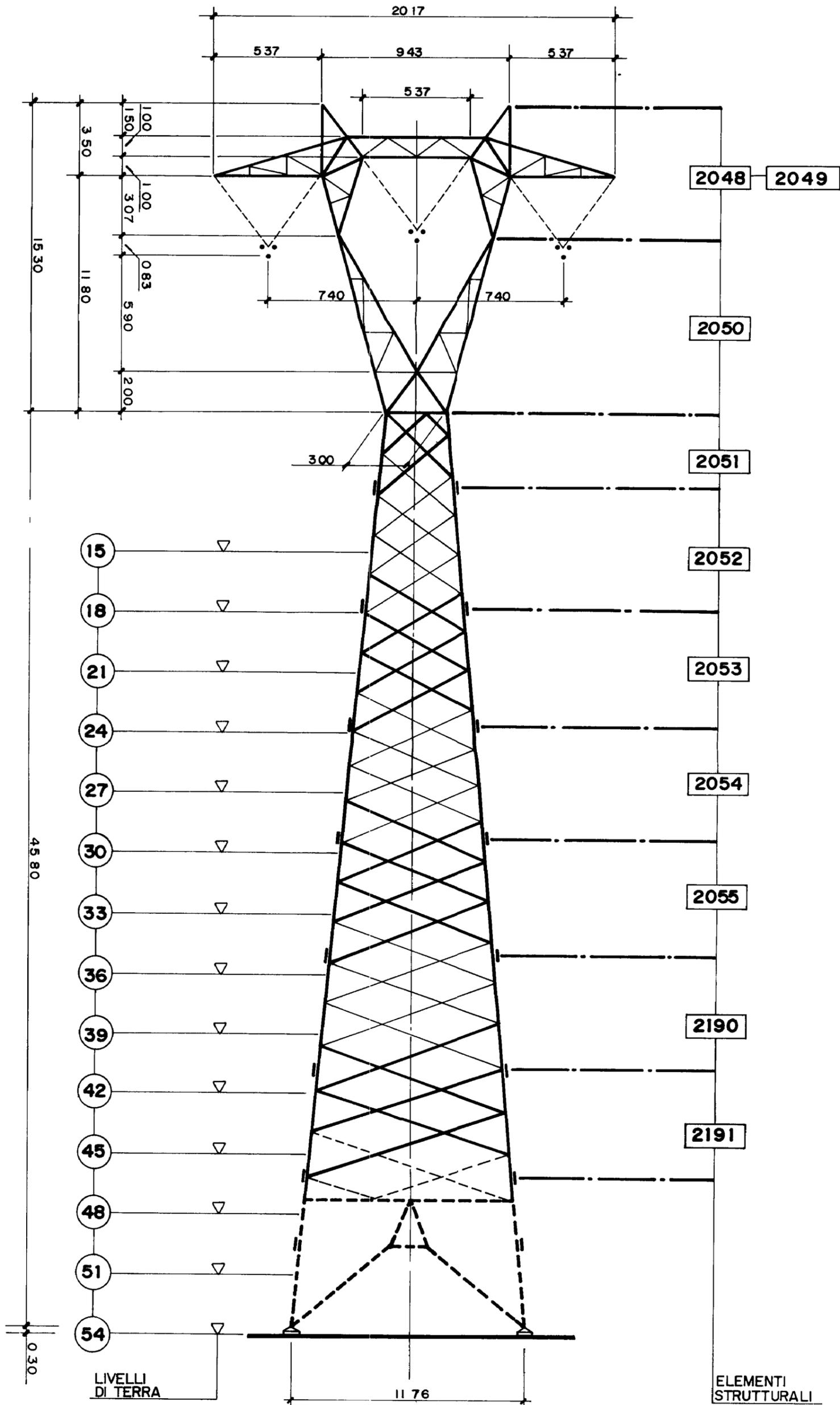
ELEMENTI STRUTTURALI COMPONENTI I SOSTEGNI

SOSTEGNI		Mensola	Parte comune	TRONCHI							Base	Piedi (n. 4 pezzi)
TIPO	RIF.			I	II	III	IV	V	VI	VII		
ELEMENTI STRUTTURALI N.												
ML 45	1064/31	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	-	-	2192	2196
ML 48	1064/32	2049	2050	2052	2052	2053	2054	2055	2190	-	2193	2196
ML 51	1064/33	2049	2050	2052	2052	2053	2054	2055	2190	-	2194	2196
ML 54	1064/34	2049	2050	2052	2052	2053	2054	2055	2190	2191	2195	2196

DCO - AITC - UNITÀ INGEGNERIA IMPIANTISTICA 2

Per le fondazioni vedere Tabelle: LF 1005, LF 1025, LF 1045, LF 1065, LF 1085
LF 2005, LF 2025, LF 2045, LF 2065.

VISTA TRASVERSALE



UNIFICAZIONE
ENEL

LS 1064

Gennaio 1994
Ed 6-5/8

ELEMENTI
STRUTTURALI

LIVELLI
DI TERRA

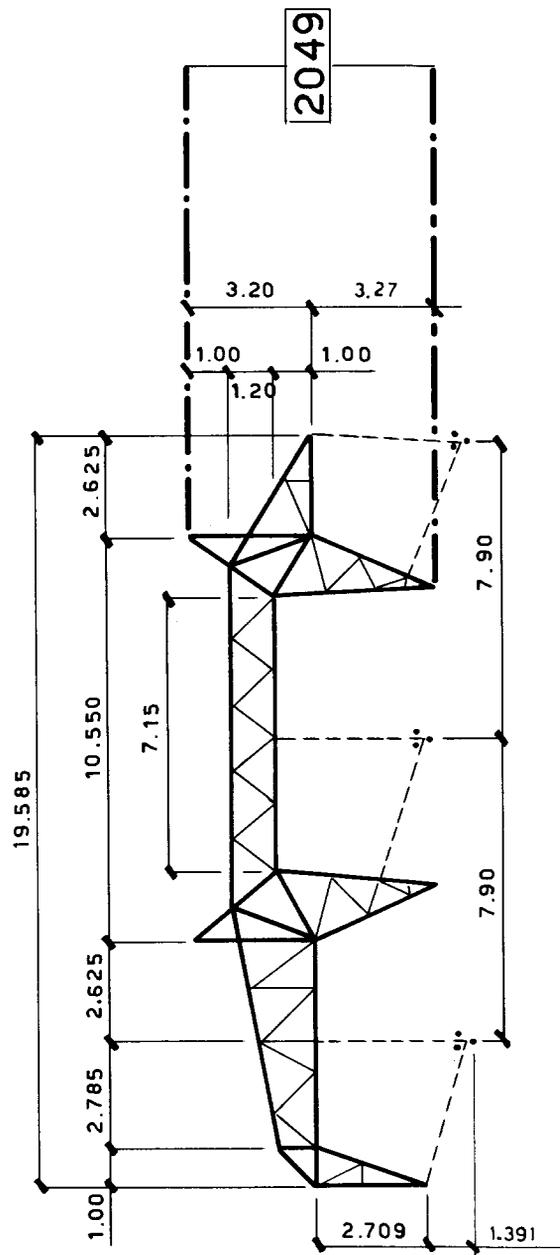
UNIFICAZIONE

ENEL

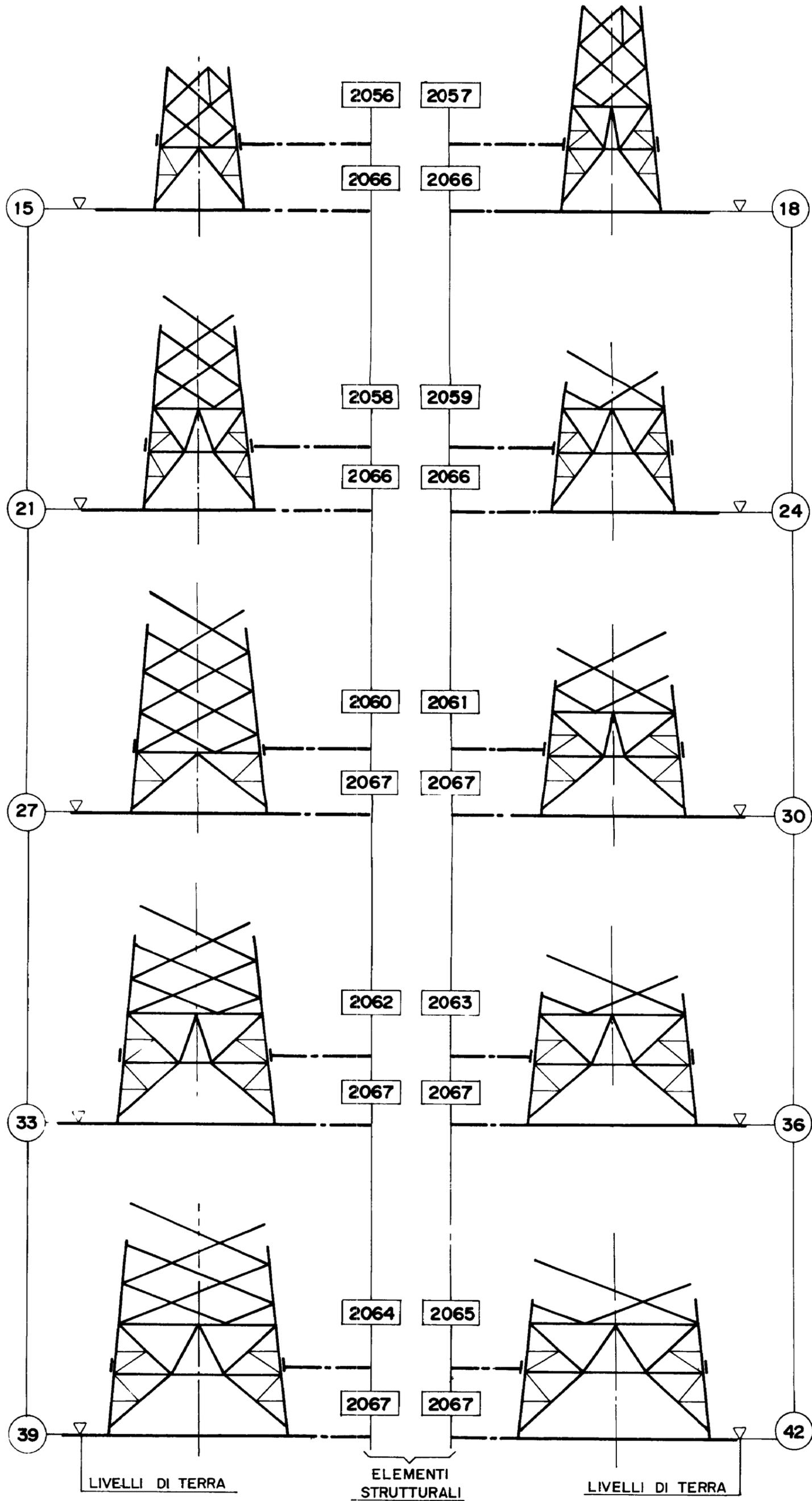
LS 1064

Gennaio 1994
Ed.6-6/8

DCO - AITC - UNITÀ INGEGNERIA IMPIANTISTICA 2



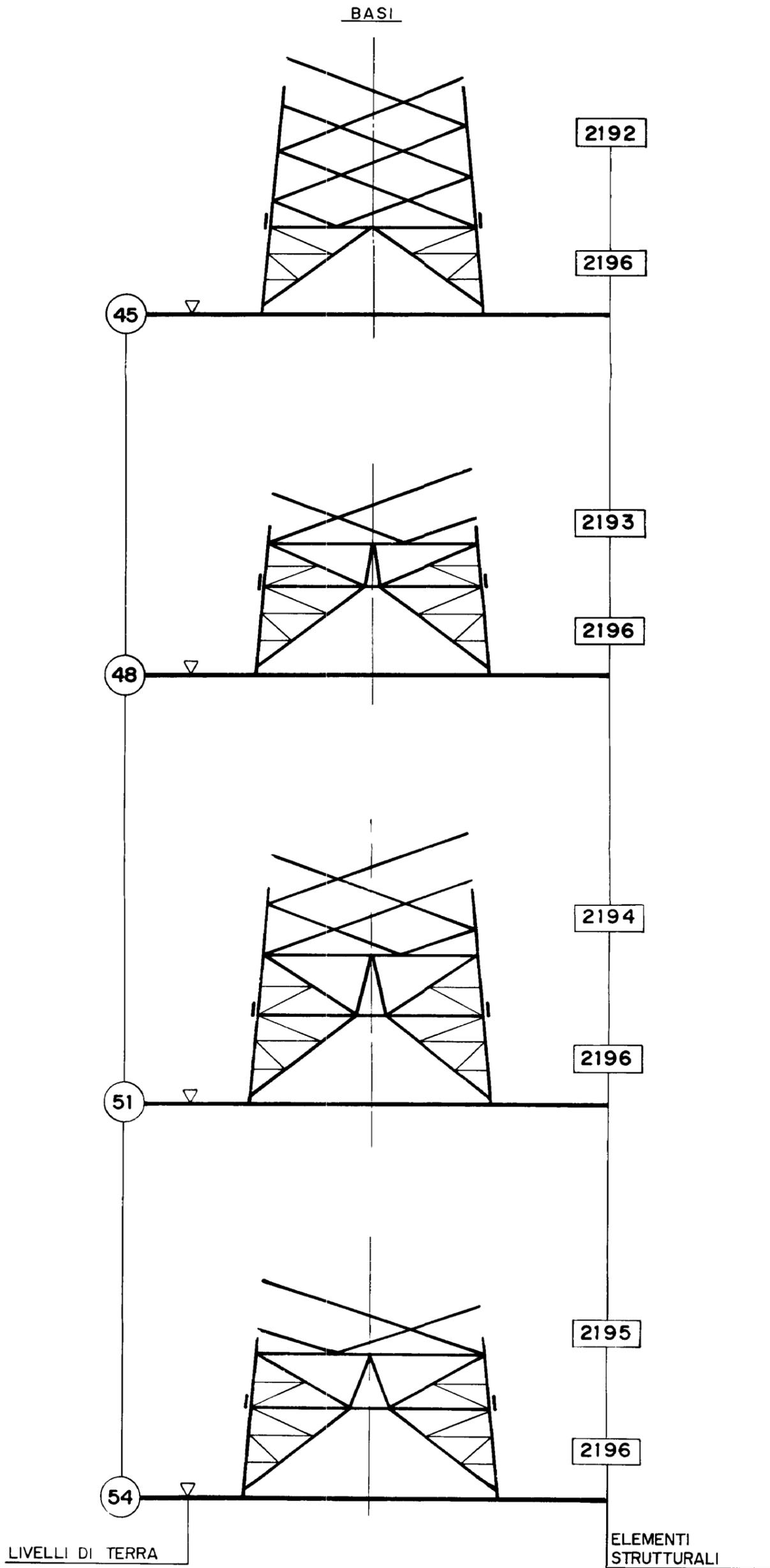
BASI



UNIFICAZIONE
ENEL

LS 1084

Gennaio 1994
Ed. 6-7/8



UNIFICAZIONE
ENEL

LS 1064
Gennaio 1994
Ed 6-8/8

UNIFICAZIONE

ENELLINEE A 380 kV SEMPLICE TERNA AD Y – CONDUTTORI Ø 31,5 TRINATI
SOSTEGNI “P”**LS 1065**Gennaio 1994
Ed. 5 – 1/7**ELEMENTI STRUTTURALI COMPONENTI I SOSTEGNI**

SOSTEGNI		Mensola	Parte comune	TRONCHI				Base	Piedi (n. 4 pezzi)
TIPO	RIF.			I	II	III	IV		
ELEMENTI STRUTTURALI N.									
PV 15	1065/1	2071	2073	–	–	–	–	2079	2089
PV 18	1065/2	2071	2073	–	–	–	–	2080	2089
PV 21	1065/3	2071	2073	2074	–	–	–	2081	2089
PV 24	1065/4	2071	2073	2074	–	–	–	2582	2089
PV 27	1065/5	2071	2073	2074	2075	–	–	2583	2090
PV 30	1065/6	2071	2073	2074	2075	–	–	2584	2090
PV 33	1065/7	2071	2073	2074	2075	2076	–	2585	2090
PV 36	1065/8	2071	2073	2074	2075	2076	–	2586	2090
PV 39	1065/9	2071	2073	2074	2075	2076	2077	2587	2090
PV 42	1065/10	2071	2073	2074	2075	2076	2077	2588	2090

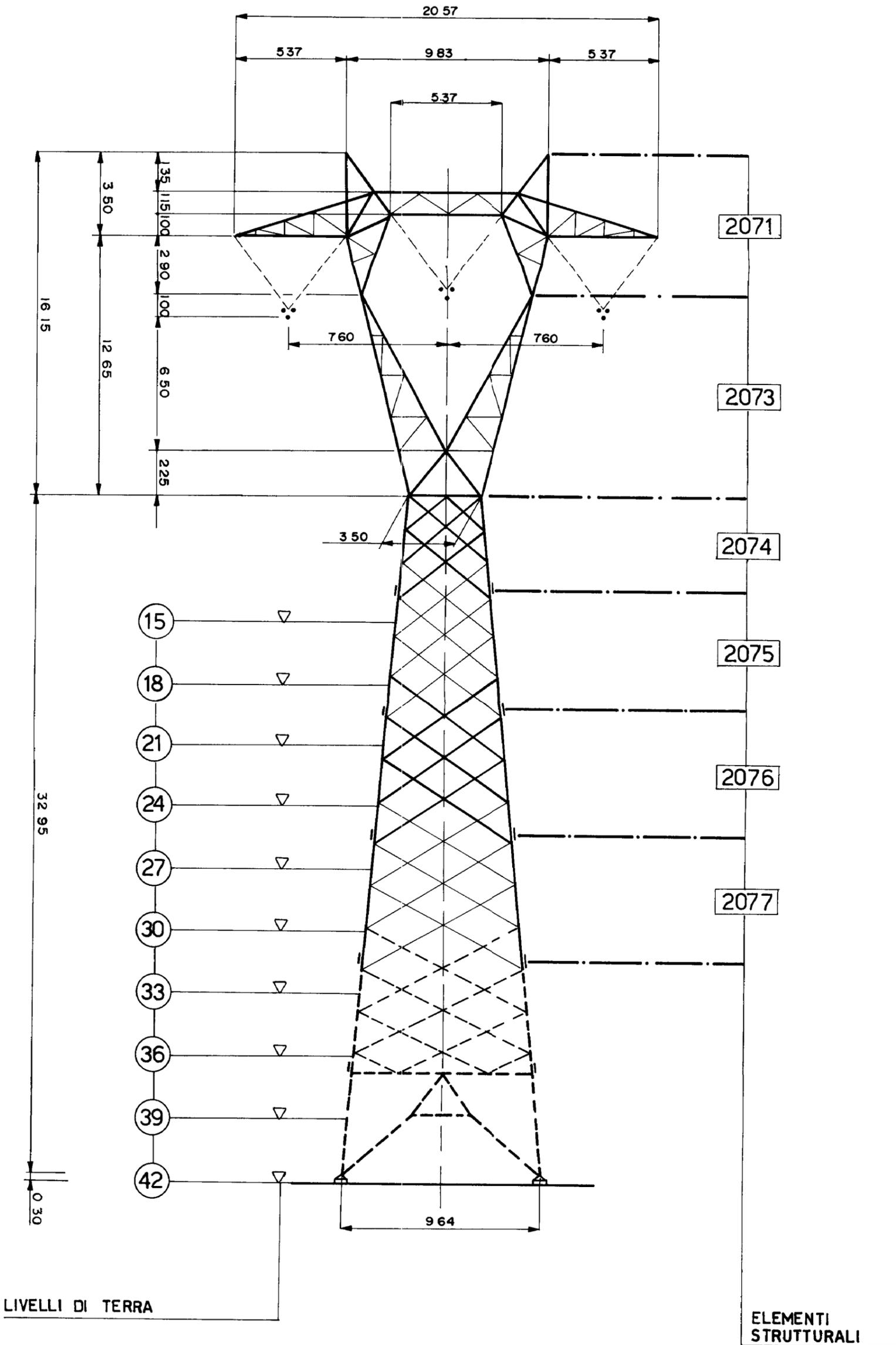
Per le fondazioni vedere Tabelle: LF 1005, LF 1025, LF 1045, LF 1065, LF 1085

LF 2005, LF 2025, LF 2045, LF 2065.

ELEMENTI STRUTTURALI COMPONENTI I SOSTEGNI

SOSTEGNI		Mensola	Parte comune	TRONCHI				Base	Piedi (n. 4 pezzi)
TIPO	RIF.			I	II	III	IV		
ELEMENTI STRUTTURALI N.									
PL 15	1065 / 21	2072	2073	-	-	-	-	2079	2089
PL 18	1065 / 22	2072	2073	-	-	-	-	2080	2089
PL 21	1065 / 23	2072	2073	2074	-	-	-	2081	2089
PL 24	1065 / 24	2072	2073	2074	-	-	-	2082	2089
PL 27	1065 / 25	2072	2073	2074	2075	-	-	2083	2090
PL 30	1065 / 26	2072	2073	2074	2075	-	-	2084	2090
PL 33	1065 / 27	2072	2073	2074	2075	2076	-	2085	2090
PL 36	1065 / 28	2072	2073	2074	2075	2076	-	2086	2090
PL 39	1065 / 29	2072	2073	2074	2075	2076	2077	2087	2090
PL 42	1065 / 30	2072	2073	2074	2075	2076	2077	2088	2090

VISTA TRASVERSALE



LIVELLI DI TERRA

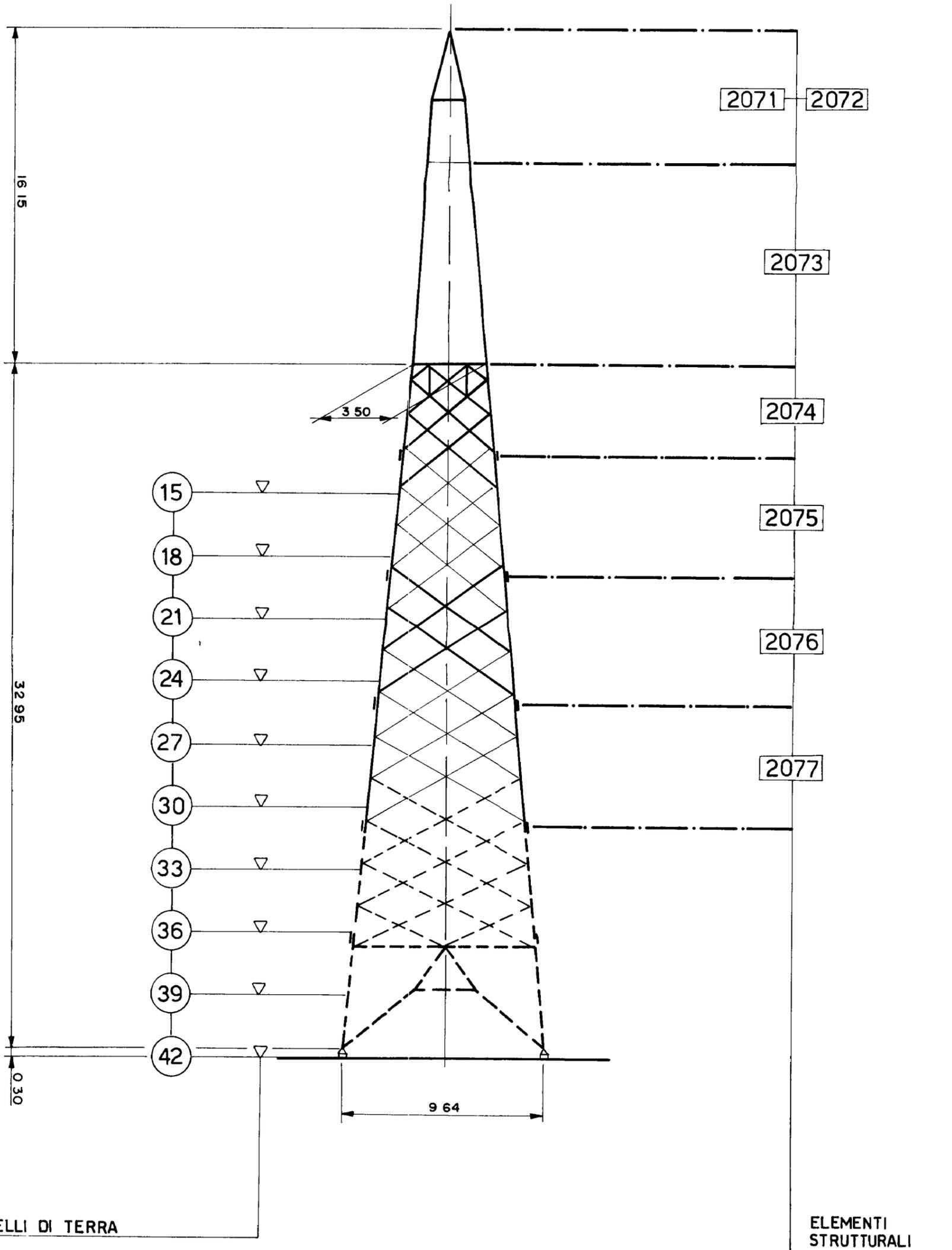
ELEMENTI STRUTTURALI

UNIFICAZIONE
ENEL

LS 1065

Gennaio 1994
Ed. 5-3/7

VISTA LONGITUDINALE



UNIFICAZIONE
ENEL

LS 1065

Gennaio 1994
Ed. 5-4/7

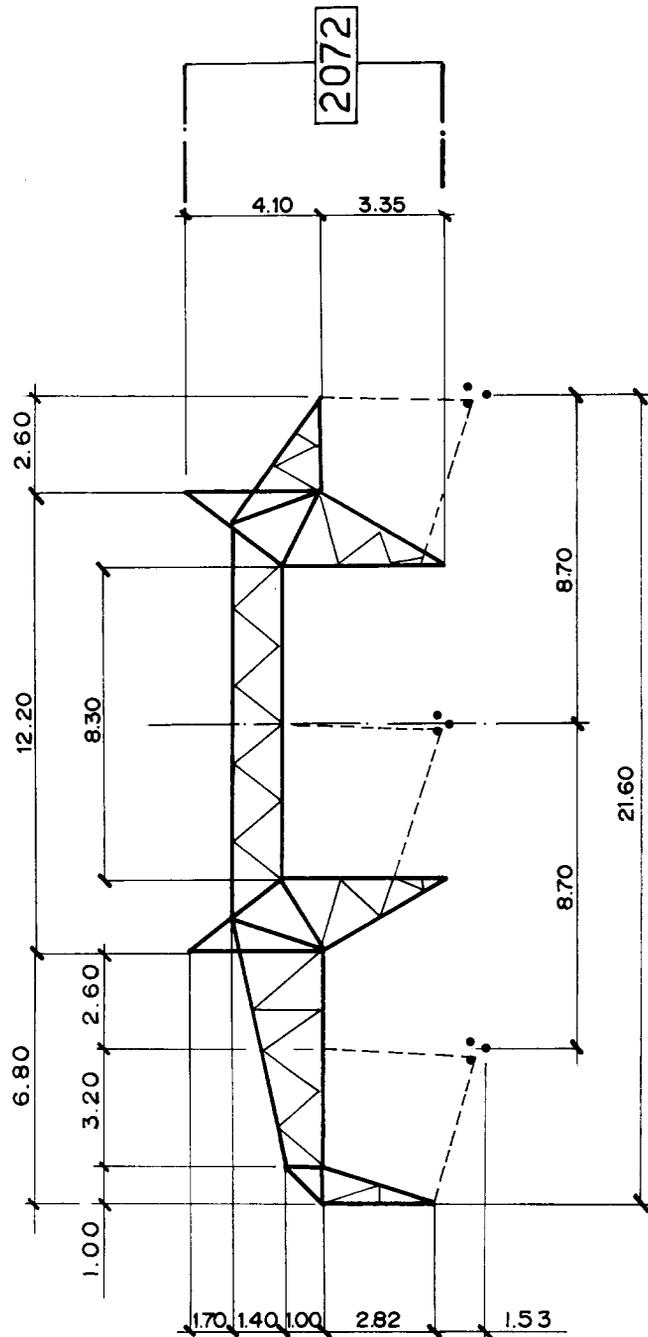
UNIFICAZIONE

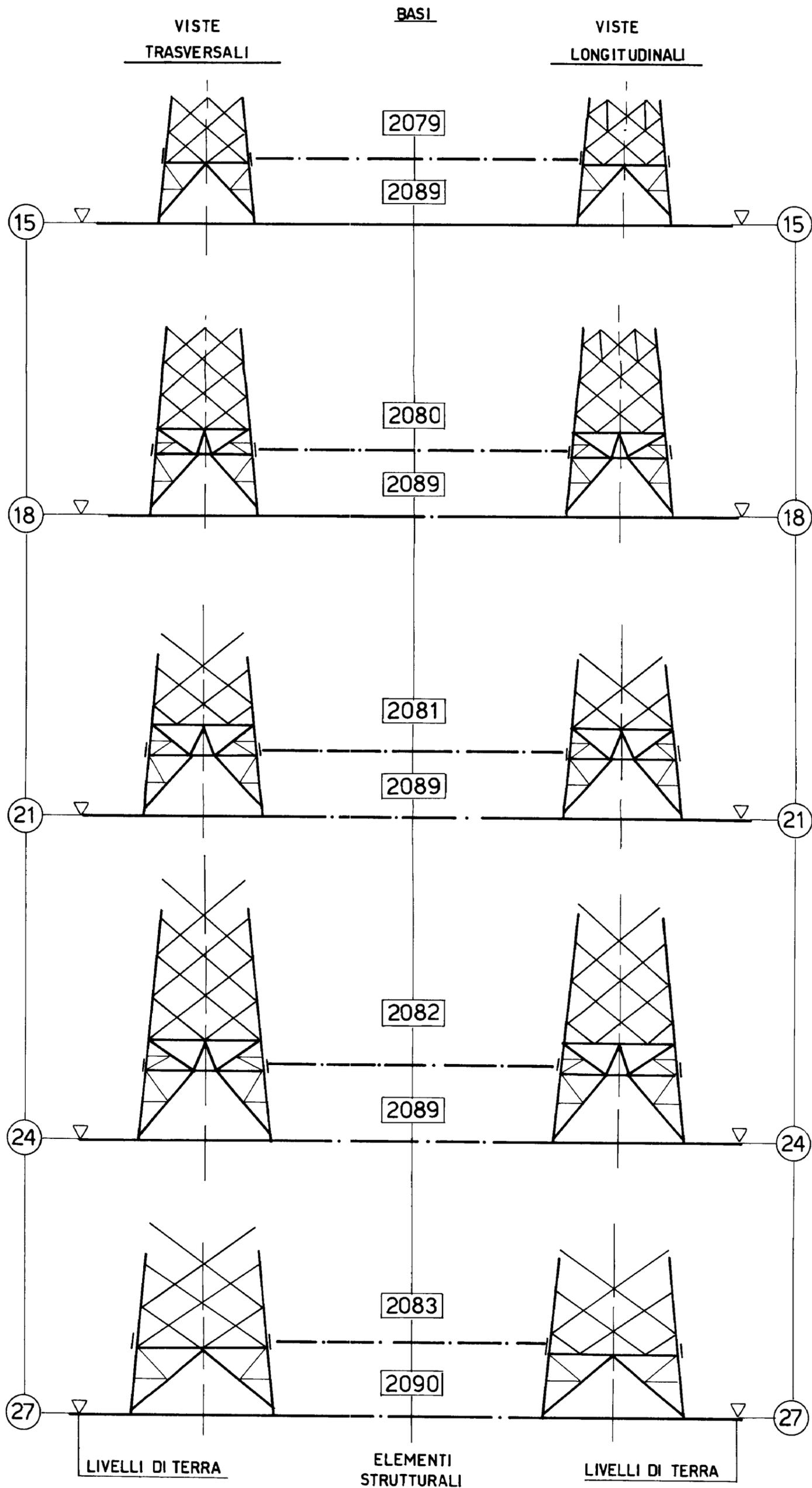
ENEL

LS 1065

Gennaio 1994
Ed.5- 5/7

DCO - AITC - UNITÀ INGEGNERIA IMPIANTISTICA 2





LIVELLI DI TERRA

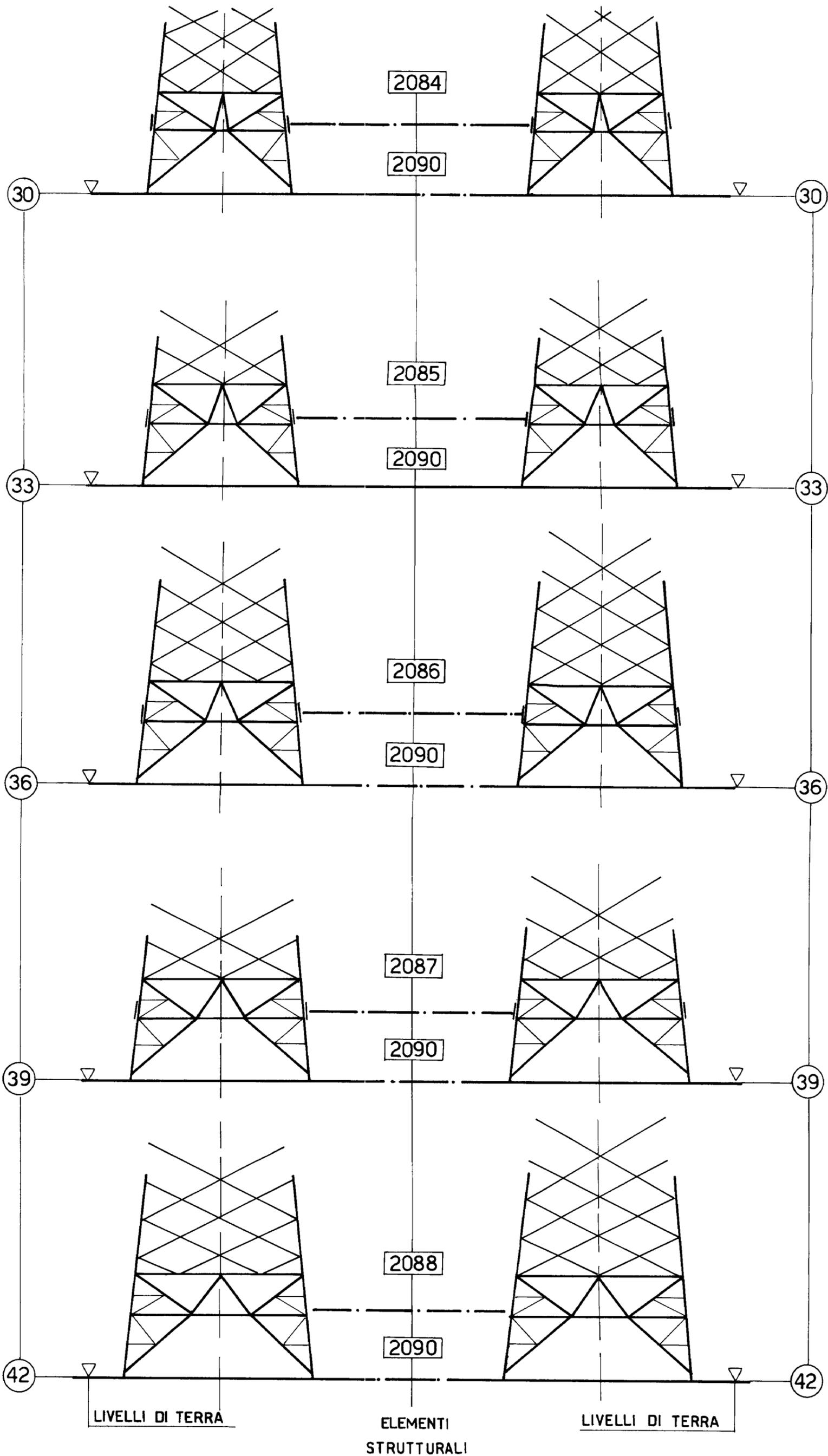
ELEMENTI STRUTTURALI

LIVELLI DI TERRA

UNIFICAZIONE
ENEL

LS 1065

Gennaio 1994
Ed 5 - 67



UNIFICAZIONE
ENEL

LS 1065

Gennaio 1994
Ed 5 7/7

UNIFICAZIONE

ENELLINEE A 380 kV SEMPLICE TERNA AD Y – CONDUTTORI Ø 31,5 TRINATI
SOSTEGNI “V”**LS 1066**Gennaio 1994
Ed. 6 – 1/14**ELEMENTI STRUTTURALI COMPONENTI I SOSTEGNI**

SOSTEGNI		Mensola	Parte comune	TRONCHI				Base	Piedi (n. 4 pezzi)
TIPO	RIF.			I	II	III	IV		
ELEMENTI STRUTTURALI N.									
VV 15	1066/1	2094	2096	–	–	–	–	2101	2111
VV 18	1066/2	2094	2096	–	–	–	–	2102	2111
VV 21	1066/3	2094	2096	–	–	–	–	2103	2111
VV 24	1066/4	2094	2096	2097	–	–	–	2104	2111
VV 27	1066/5	2094	2096	2097	–	–	–	2105	2112
VV 30	1066/6	2094	2096	2097	2098	–	–	2106	2112
VV 33	1066/7	2094	2096	2097	2098	–	–	2107	2112
VV 36	1066/8	2094	2096	2097	2098	2099	–	2108	2112
VV 39	1066/9	2094	2096	2097	2098	2099	–	2109	2112
VV 42	1066/10	2094	2096	2097	2098	2099	2100	2110	2112

Per le fondazioni vedere Tabelle: LF 1005, LF 1025, LF 1045, LF 1065, LF 1085

LF 2005, LF 2025, LF 2045, LF 2065.

ELEMENTI STRUTTURALI COMPONENTI I SOSTEGNI

SOSTEGNI		Mensola	Parte comune	TRONCHI						Base	Piedi (n. 4 pezzi)
TIPO	RIF.			I	II	III	IV	V	VI		
ELEMENTI STRUTTURALI N.											
VV 45	1066/11	2094	2096	2097	2098	2099	2100	-	-	2136	2140
VV 48	1066/12	2094	2096	2097	2098	2099	2100	2134	-	2137	2140
VV 51	1066/13	2094	2096	2097	2098	2099	2100	2134	-	2138	2140
VV 54	1066/14	2094	2096	2097	2098	2099	2100	2134	2135	2139	2140

DCO - AITC - UNITÀ INGEGNERIA IMPIANTISTICA 2

Per le fondazioni vedere Tabelle: LF 1005, LF 1025, LF 1045, LF 1065, LF 1085
LF 2005, LF 2025, LF 2045, LF 2065.

ELEMENTI STRUTTURALI COMPONENTI I SOSTEGNI

SOSTEGNI		Mensola	Parte comune	TRONCHI				Base	Piedi (n. 4 pezzi)
TIPO	RIF.			I	II	III	IV		
ELEMENTI STRUTTURALI N.									
VL 15	1066 / 21	2095	2096	-	-	-	-	2101	2111
VL 18	1066 / 22	2095	2096	-	-	-	-	2102	2111
VL 21	1066 / 23	2095	2096	-	-	-	-	2103	2111
VL 24	1066 / 24	2095	2096	2097	-	-	-	2104	2111
VL 27	1066 / 25	2095	2096	2097	-	-	-	2105	2112
VL 30	1066 / 26	2095	2096	2097	2098	-	-	2106	2112
VL 33	1066 / 27	2095	2096	2097	2098	-	-	2107	2112
VL 36	1066 / 28	2095	2096	2097	2098	2099	-	2108	2112
VL 39	1066 / 29	2095	2096	2097	2098	2099	-	2109	2112
VL 42	1066 / 30	2095	2096	2097	2098	2099	2100	2110	2112

UNIFICAZIONE

ENEL**LS 1066**Gennaio 1994
Ed. 6 - 4/14**ELEMENTI STRUTTURALI COMPONENTI I SOSTEGNI**

SOSTEGNI		Mensola	Parte comune	TRONCHI						Base	Piedi (n. 4 pezzi)
TIPO	RIF.			I	II	III	IV	V	VI		
ELEMENTI STRUTTURALI N.											
VL 45	1066/31	2095	2096	2097	2098	2099	2100	-	-	2136	2140
VL 48	1066/32	2095	2096	2097	2098	2099	2100	2134	-	2137	2140
VL 51	1066/33	2095	2096	2097	2098	2099	2100	2134	-	2138	2140
VL 54	1066/34	2095	2096	2097	2098	2099	2100	2134	2135	2139	2140

Per le fondazioni vedere Tabelle: LF 1005, LF 1025, LF 1045, LF 1065, LF 1085

LF 2005, LF 2025, LF 2045, LF 2065.

ELEMENTI STRUTTURALI COMPONENTI I SOSTEGNI

SOSTEGNI		Mensola	Parte comune	TRONCHI				Base	Piedi (n. 4 pezzi)
TIPO	RIF.			I	II	III	IV		
ELEMENTI STRUTTURALI N.									
VA 18	1066 / 41	2091	2096	-	-	-	-	2101	2111
VA 21	1066 / 42	2091	2096	-	-	-	-	2102	2111
VA 24	1066 / 43	2091	2096	-	-	-	-	2103	2111
VA 27	1066 / 44	2091	2096	2097	-	-	-	2104	2111
VA 30	1066 / 45	2091	2096	2097	-	-	-	2105	2112
VA 33	1066 / 46	2091	2096	2097	2098	-	-	2106	2112
VA 36	1066 / 47	2091	2096	2097	2098	-	-	2107	2112
VA 39	1066 / 48	2091	2096	2097	2098	2099	-	2108	2112
VA 42	1066 / 49	2091	2096	2097	2098	2099	-	2109	2112
VA 45	1066 / 50	2091	2096	2097	2098	2099	2100	2110	2112

Per le fondazioni vedere Tabelle: LF 1005, LF 1025, LF 1045, LF 1065, LF 1085

LF 2005, LF 2025, LF 2045, LF 2065.

UNIFICAZIONE

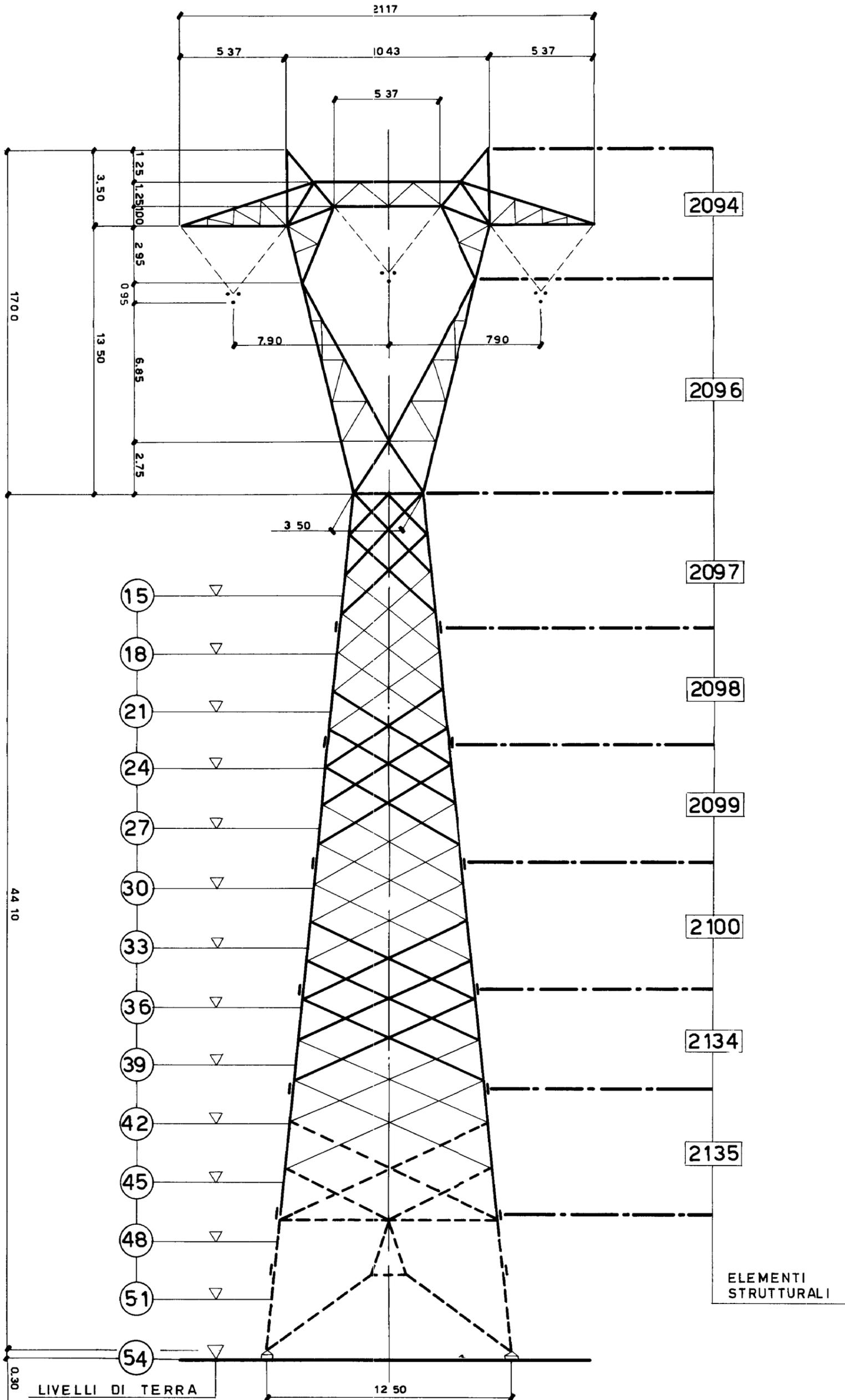
ENEL**LS 1066**Gennaio 1994
Ed. 6 - 6/14**ELEMENTI STRUTTURALI COMPONENTI I SOSTEGNI**

SOSTEGNI		Mensola	Parte comune	TRONCHI						Base	Piedi (n. 4 pezzi)
TIPO	RIF.			I	II	III	IV	V	VI		
ELEMENTI STRUTTURALI N.											
VA 48	1066/51	2091	2096	2097	2098	2099	2100	-	-	2136	2140
VA 51	1066/52	2091	2096	2097	2098	2099	2100	2134	-	2137	2140
VA 54	1066/53	2091	2096	2097	2098	2099	2100	2134	-	2138	2140
VA 57	1066/54	2091	2096	2097	2098	2099	2100	2134	2135	2139	2140

Per le fondazioni vedere Tabelle: LF 1005, LF 1025, LF 1045, LF 1065, LF 1085

LF 2005, LF 2025, LF 2045, LF 2065.

VISTA TRASVERSALE

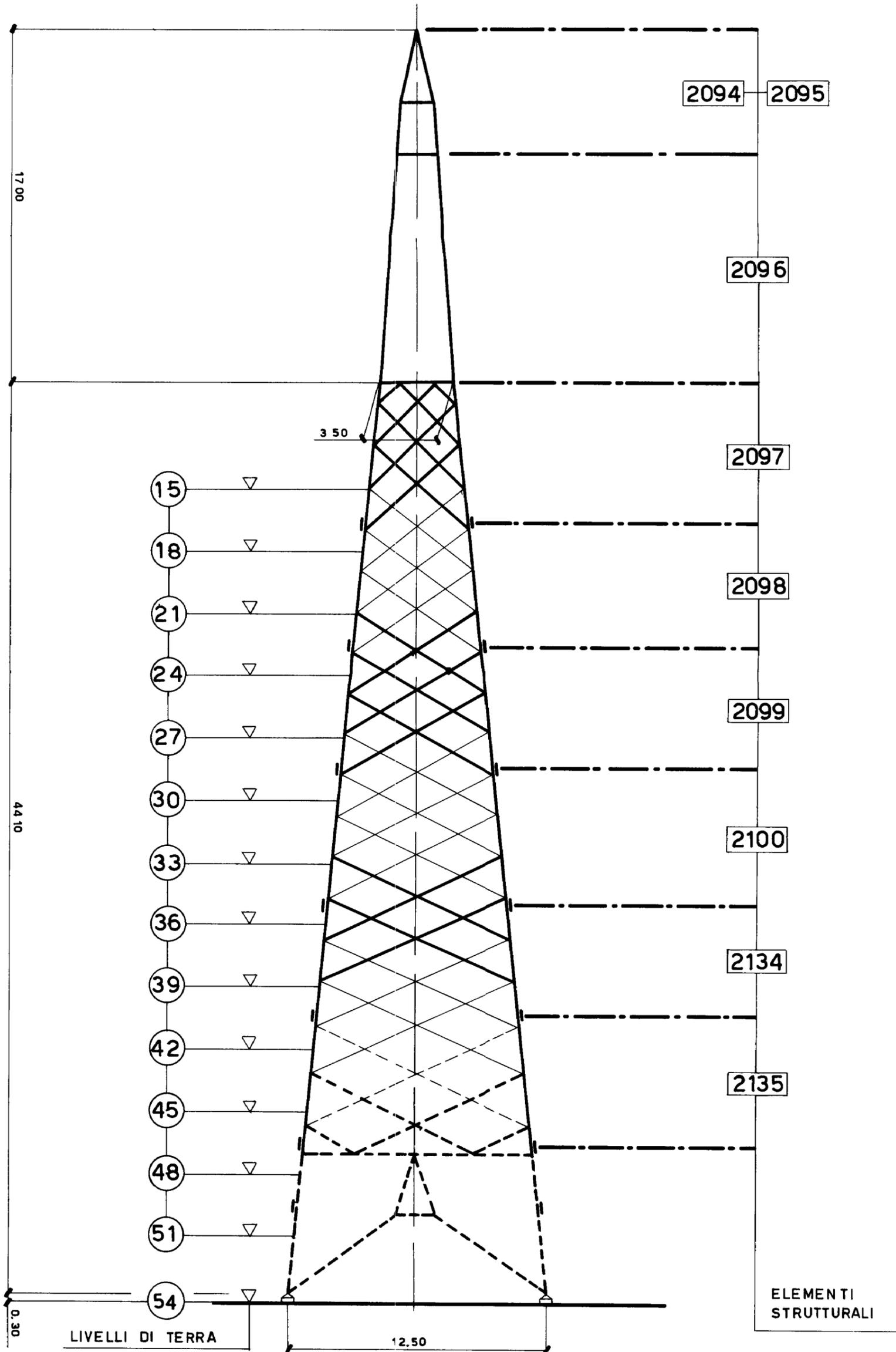


UNIFICAZIONE
ENEL

LS 1066

Gennaio 1994
Ed. 6-7/14

VISTA LONGITUDINALE



UNIFICAZIONE
ENEL

LS 1066
Gennaio 1994
Ed. 6-8/14

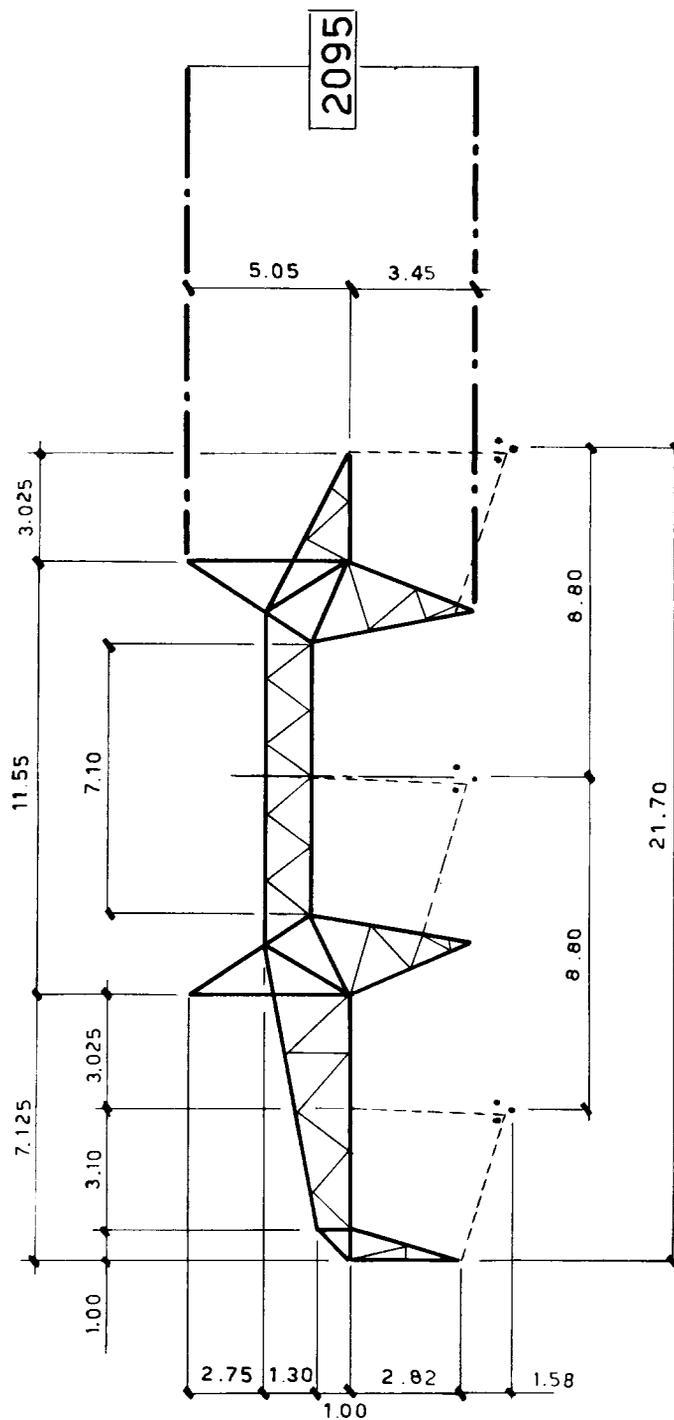
UNIFICAZIONE

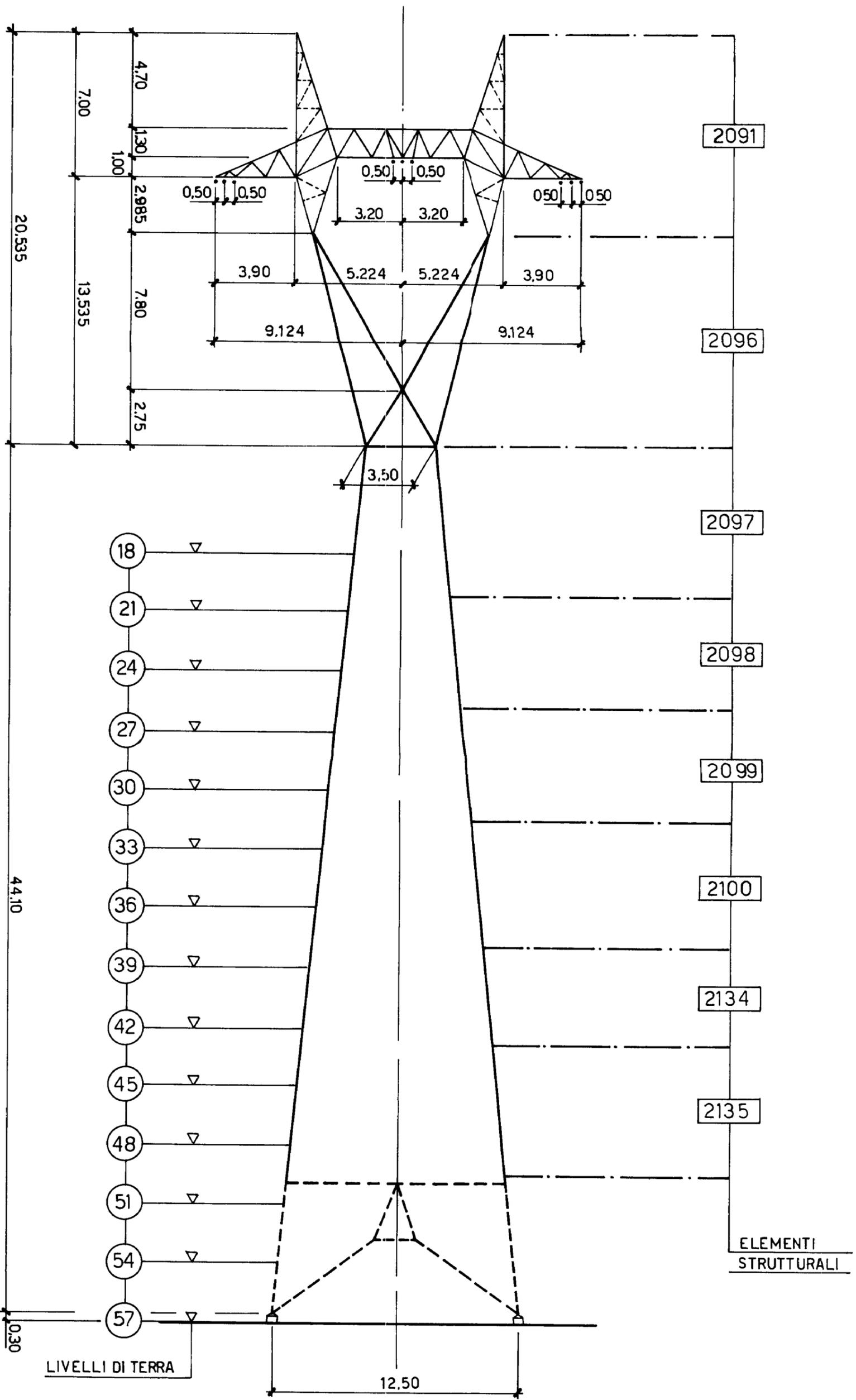
ENEL

LS 1066

Gennaio 1994
Ed.6- 9/14

DCO - AITC - UNITÀ INGEGNERIA IMPIANTISTICA 2





UNIFICAZIONE
ENEL

LS 1066

Gennaio 1994
Ed. 6 - 10/14

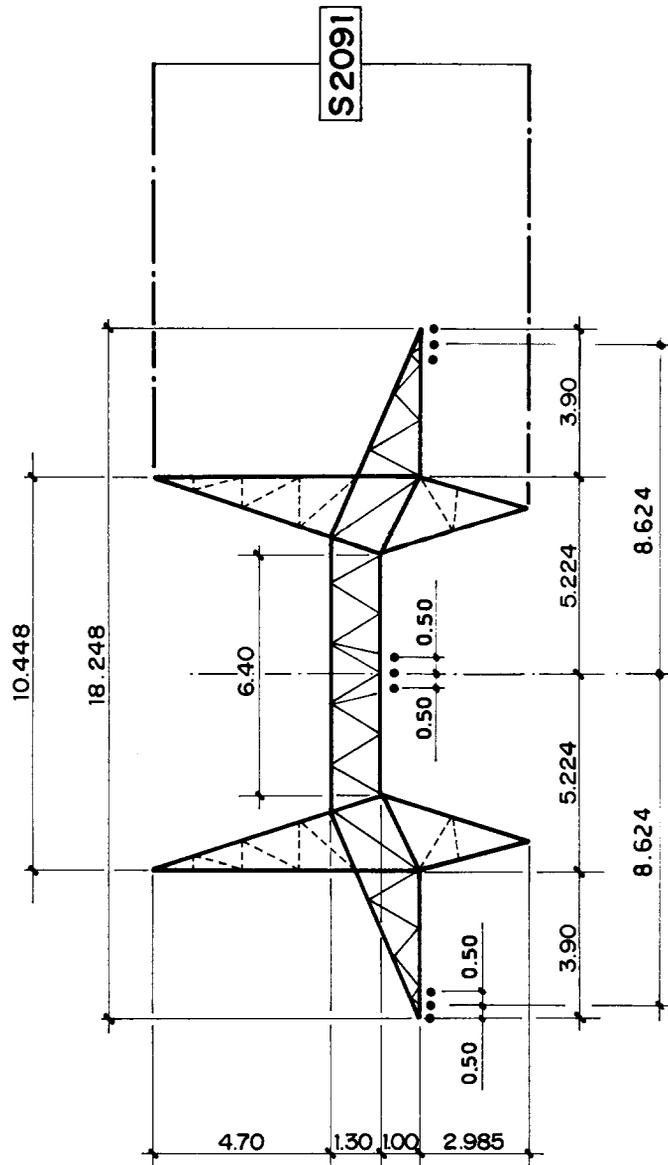
UNIFICAZIONE

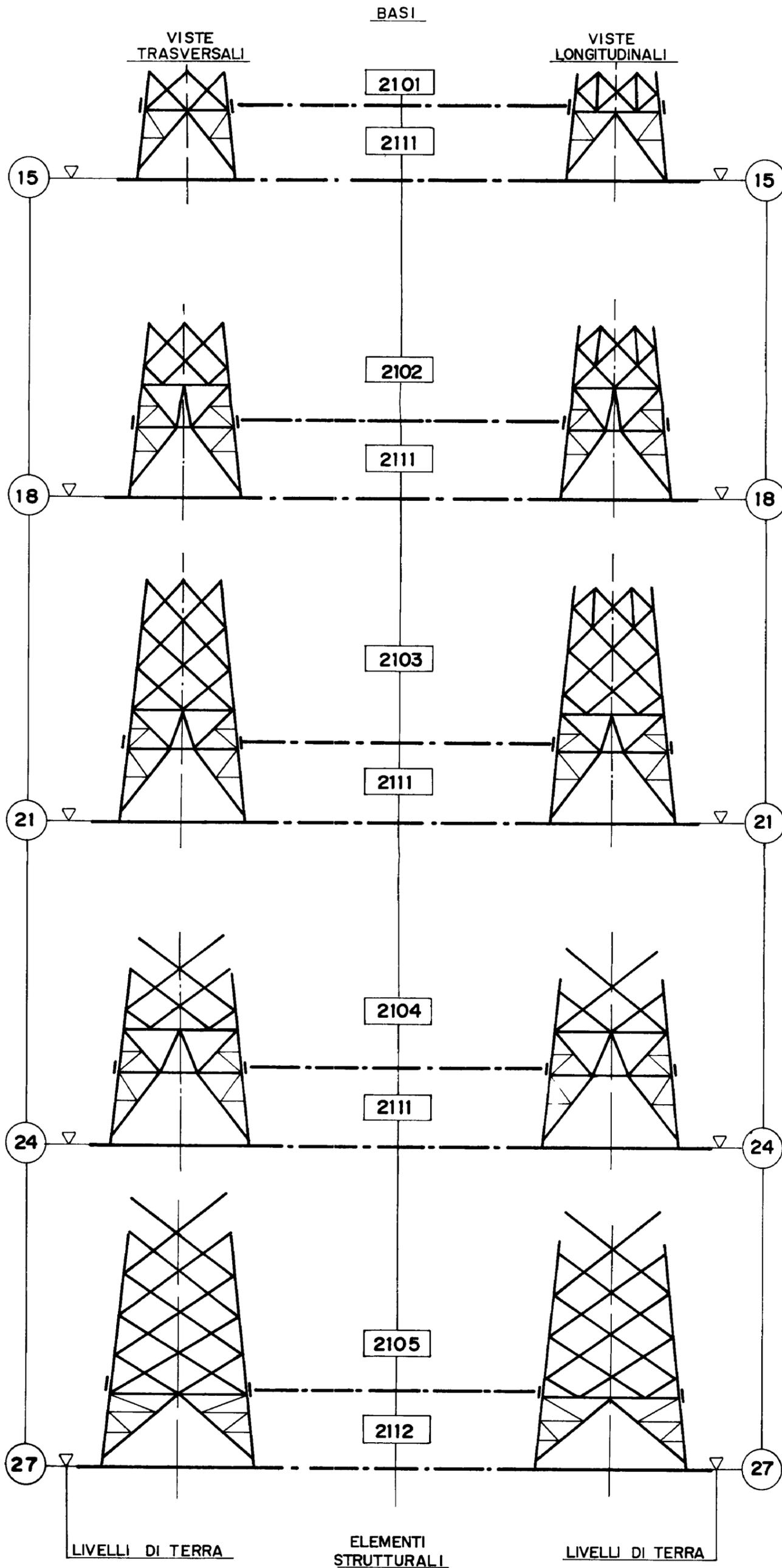
ENEL

LS 1066

Gennaio 1994
Ed.6- 11/14

DCO - AITC - UNITÀ INGEGNERIA IMPIANTISTICA 2

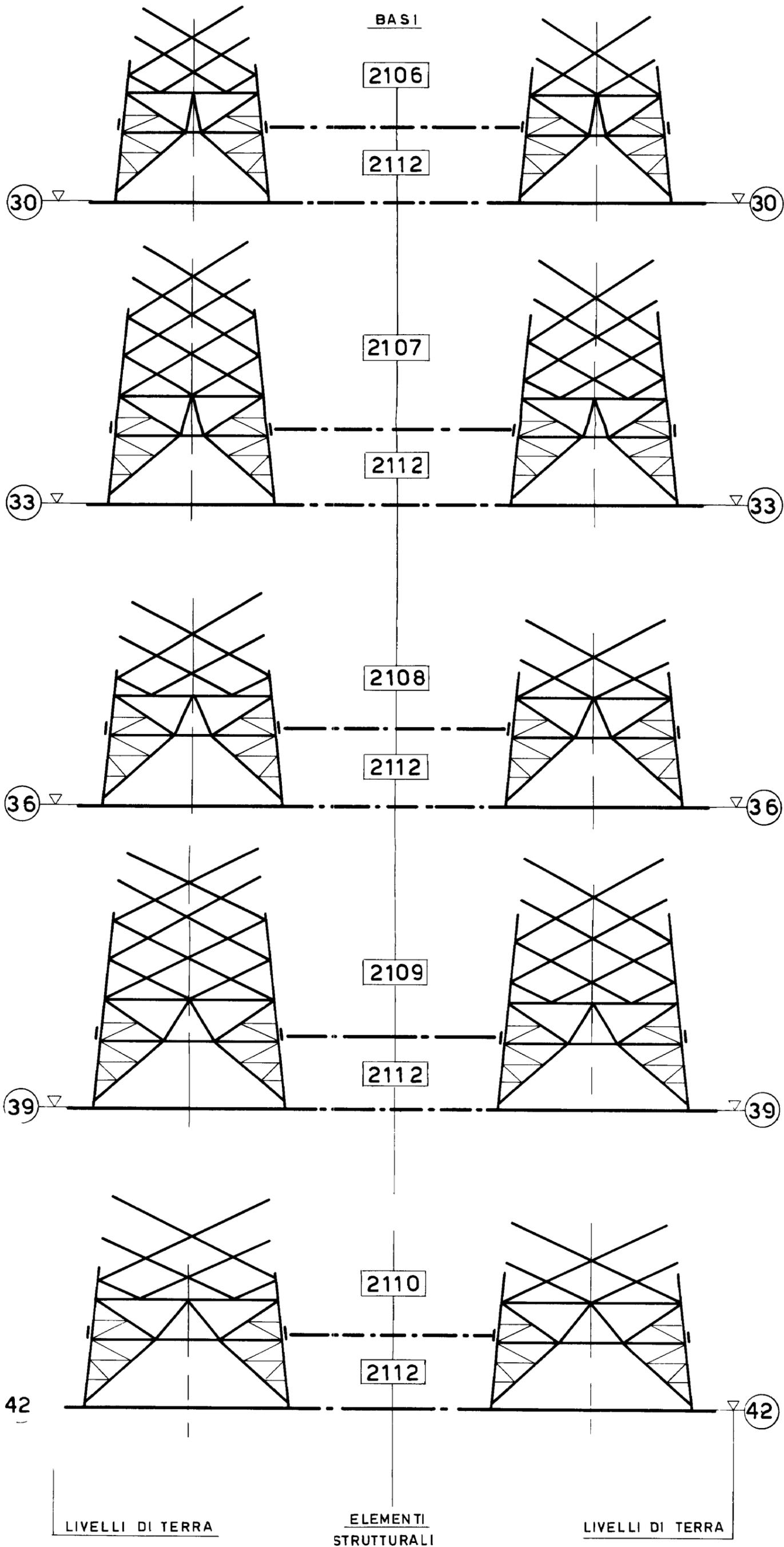




UNIFICAZIONE
ENEL

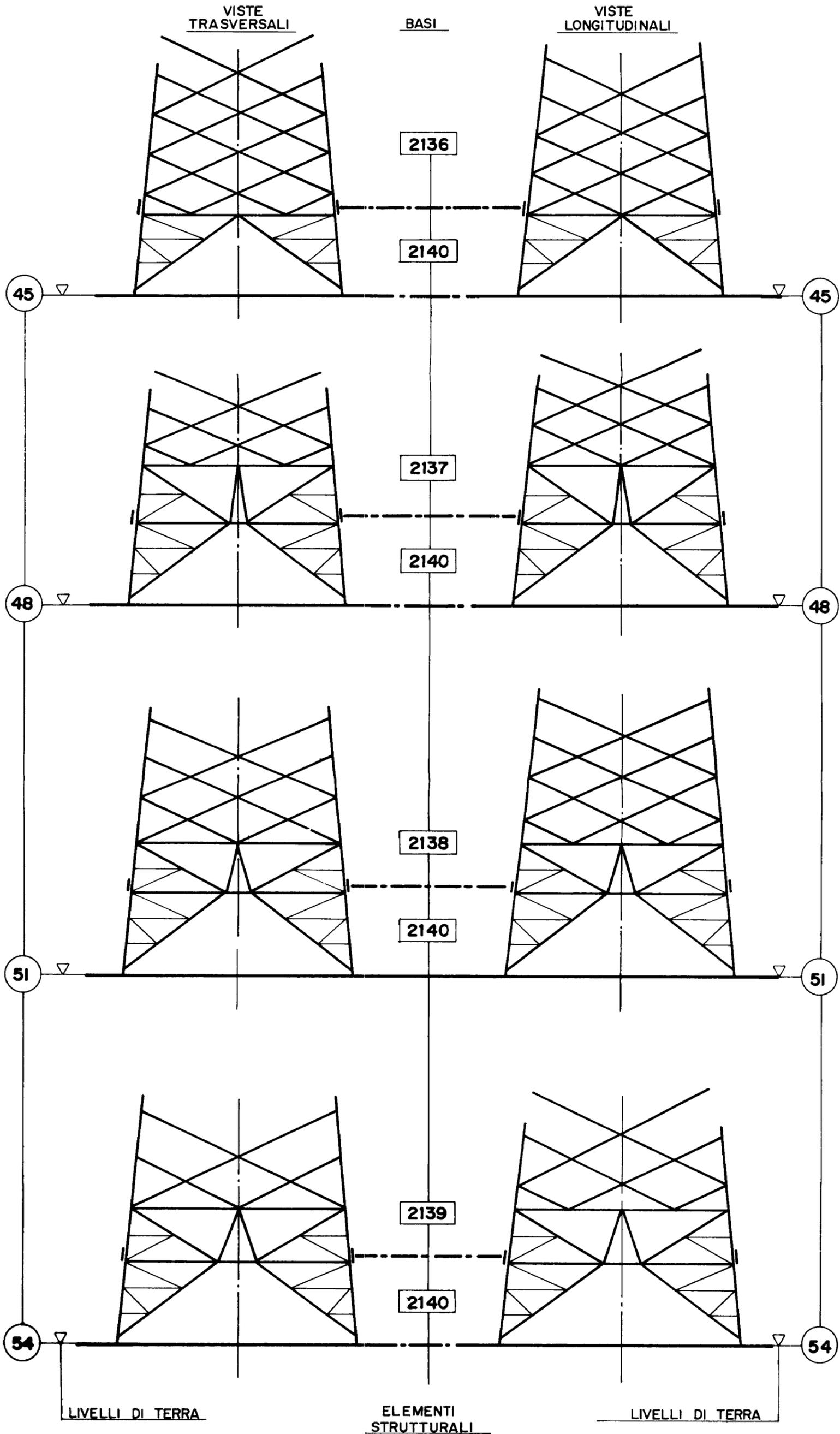
LS 1066

Gennaio 1994
Ed 6-12/14



UNIFICAZIONE
ENEL

LS 1066
Gennaio 1994
Ed. 6-13/14



UNIFICAZIONE
ENEL

LS 1086

Gennaio 1994
Ed. 6-14/14

UNIFICAZIONE

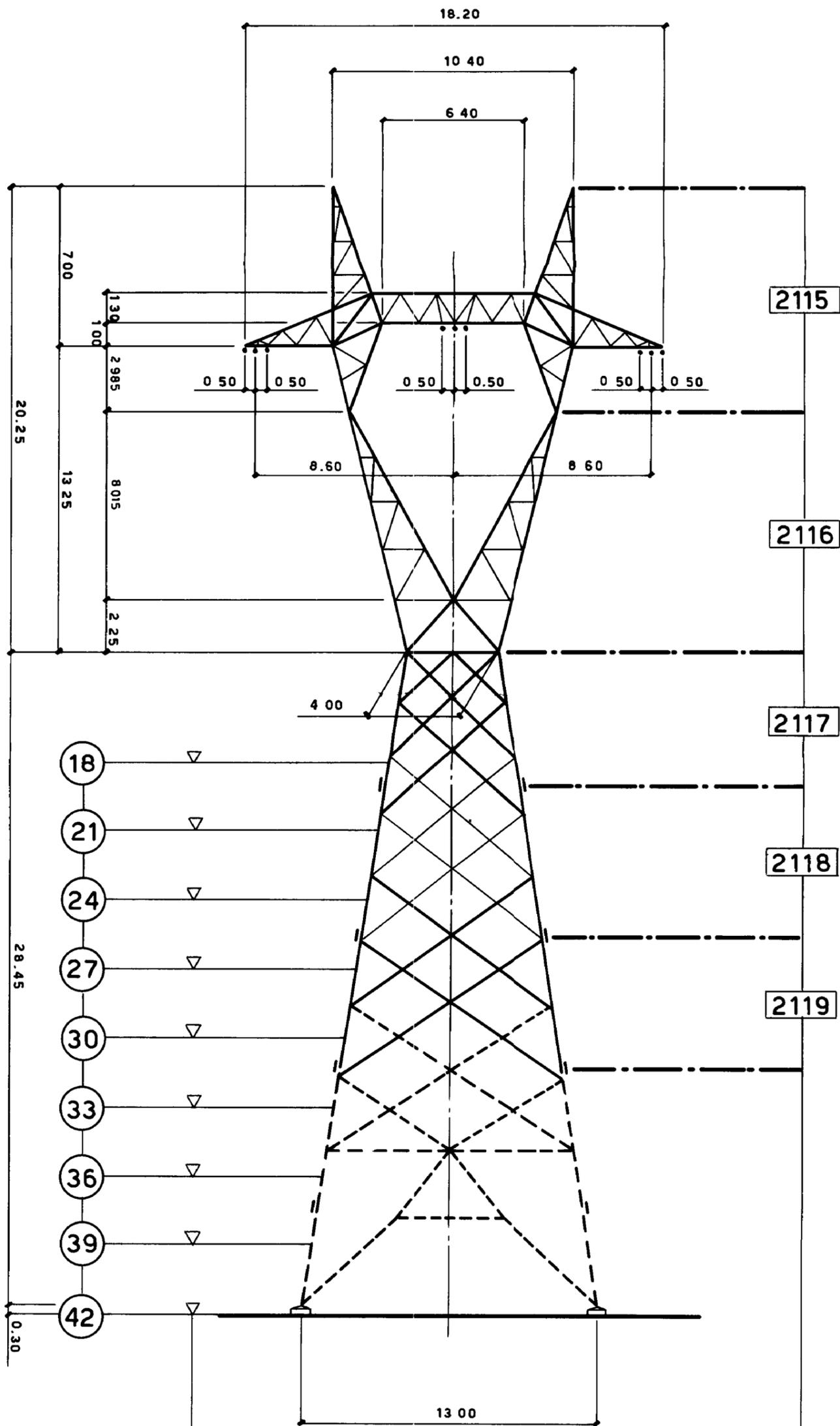
ENELLINEE A 380 kV SEMPLICE TERNA AD Y – CONDUTTORI Ø 31,5 TRINATI
SOSTEGNI "C"**LS 1067**Gennaio 1994
Ed. 6 – 1/5**ELEMENTI STRUTTURALI COMPONENTI I SOSTEGNI**

SOSTEGNI		Mensola	Parte comune	TRONCHI			Base	Piedi (n. 4 pezzi)
TIPO	RIF.			I	II	III		
ELEMENTI STRUTTURALI N.								
CA 18	1067/1	2115	2116	–	–	–	2120	2129
CA 21	1067/2	2115	2116	–	–	–	2121	2129
CA 24	1067/3	2115	2116	–	–	–	2122	2129
CA 27	1067/4	21:5	2116	2117	–	–	2123	2130
CA 30	1067/5	21:5	2116	2117	–	–	2124	2130
CA 33	1067/6	21:5	2116	2117	2118	–	2125	2130
CA 36	1067/7	21:5	2116	2117	2118	–	2126	2130
CA 39	1067/8	2115	2116	2117	2118	2119	2127	2130
CA 42	1067/9	2115	2116	2117	2118	2119	2128	2130

Per le fondazioni vedere Tabelle: LF 1005, LF 1025, LF 1045, LF 1065, LF 1085

LF 2005, LF 2025, LF 2045, LF 2065.

VISTA TRASVERSALE



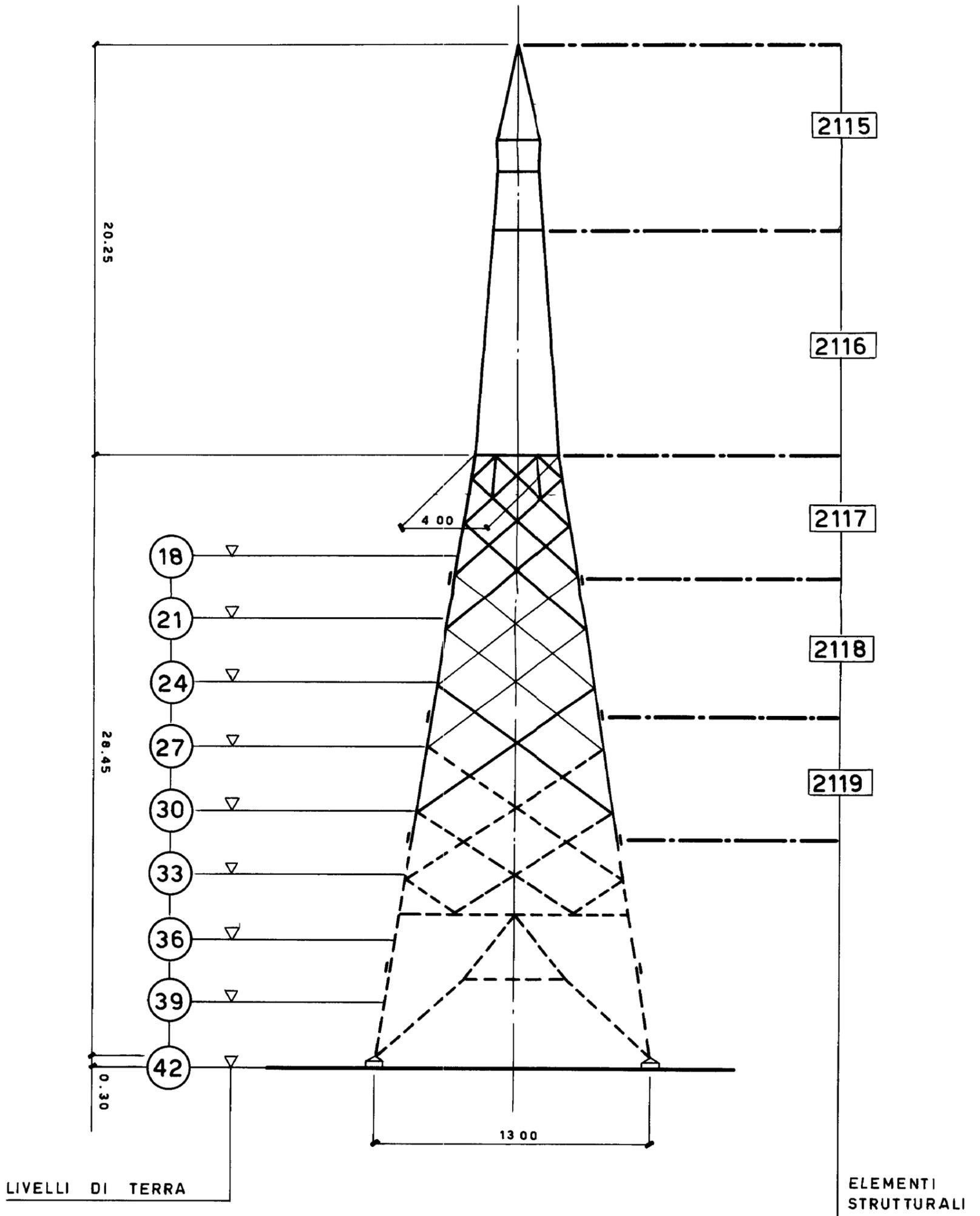
LIVELLI DI TERRA

ELEMENTI STRUTTURALI

UNIFICAZIONE
ENEL

LS 1067
Gennaio 1994
Ed. 6-2/5

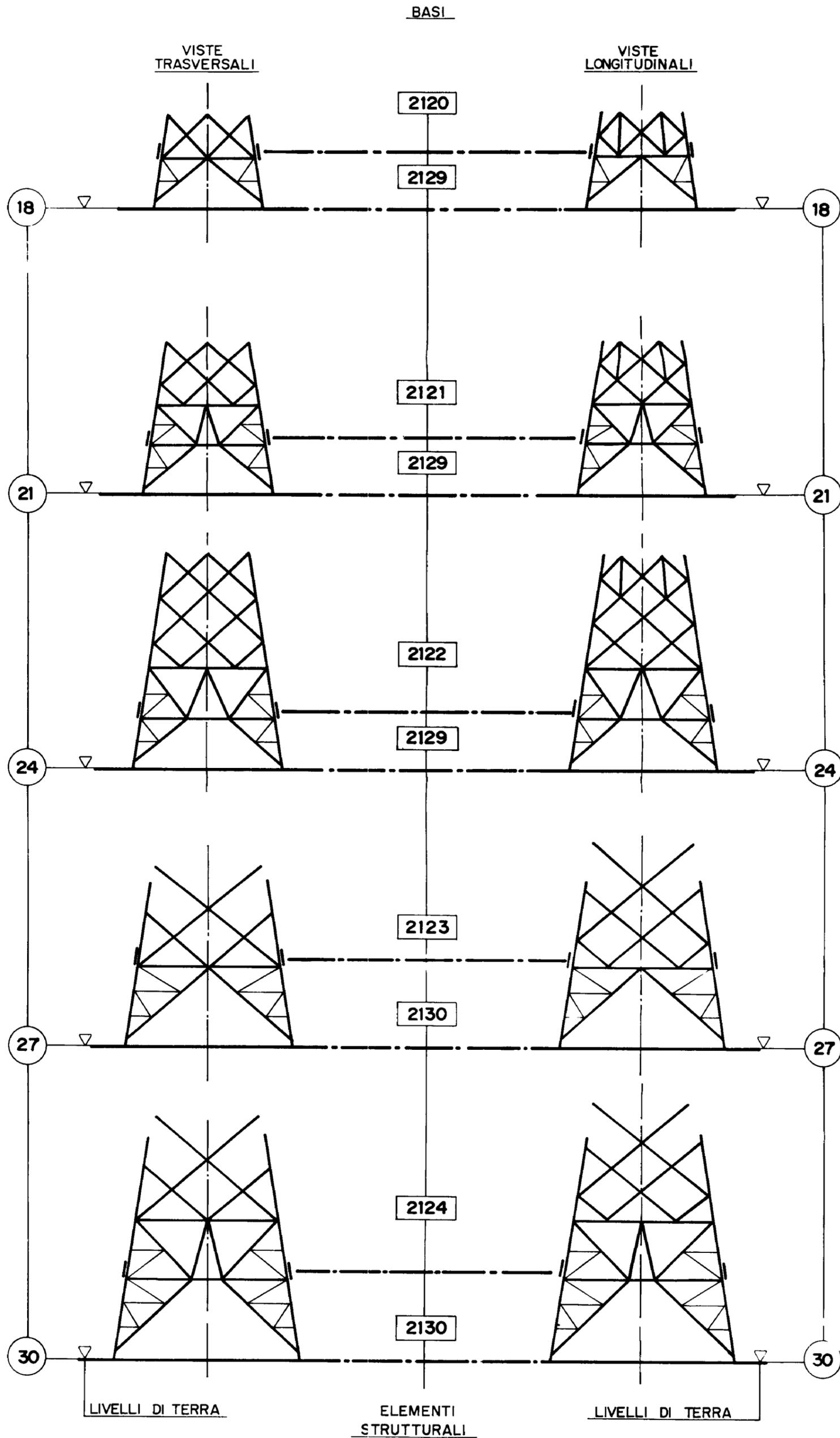
VISTA LONGITUDINALE

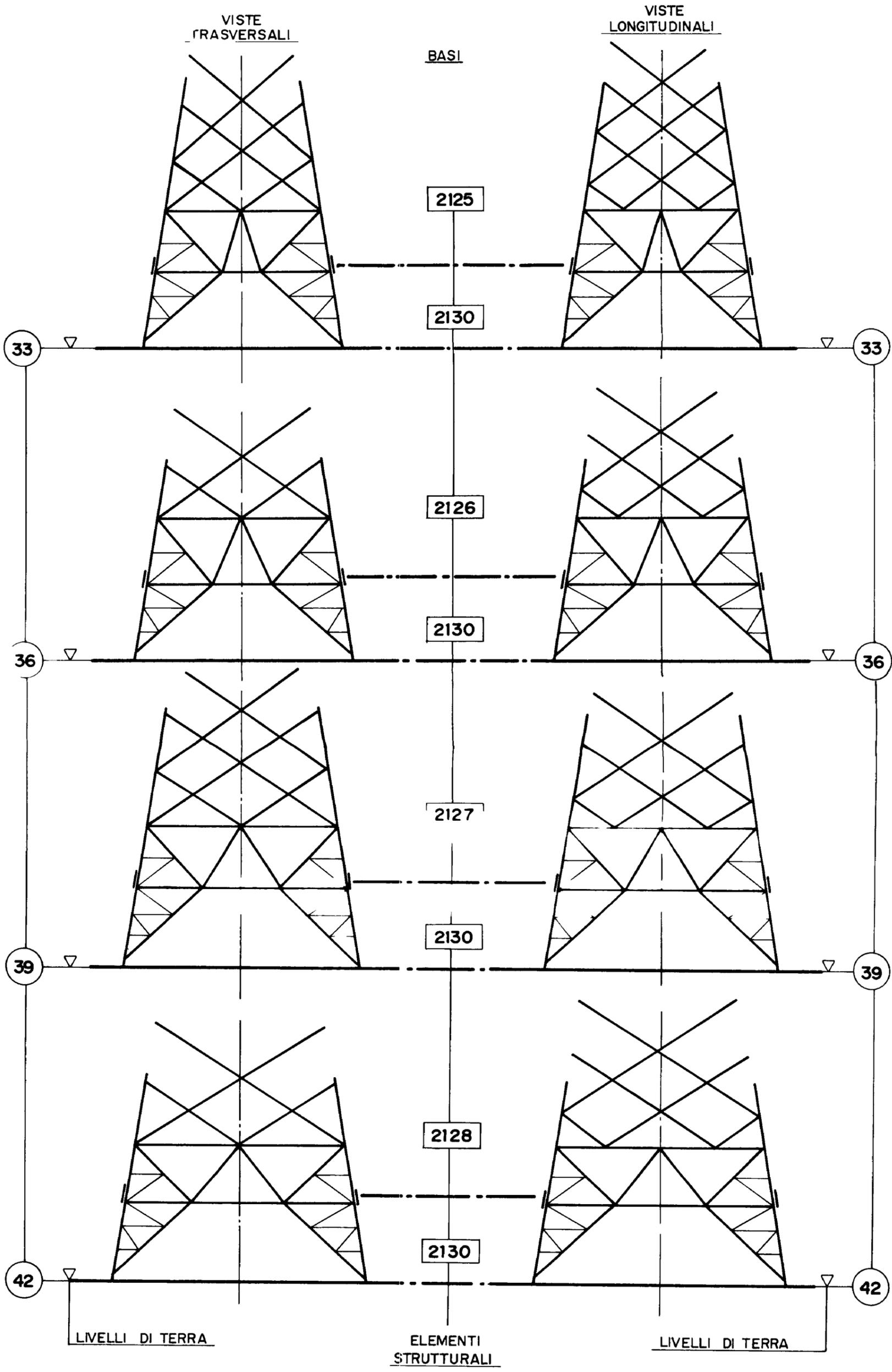


UNIFICAZIONE
ENEL

LS 1067

Gennaio 1994
Ed 6-3/5





UNIFICAZIONE
ENEL

LS 1067

Gennaio 1994
Ed 6-5/5

UNIFICAZIONE

ENELLINEE A 380 kV SEMPLICE TERNA AD Y – CONDUTTORI Ø 31,5 TRINATI
SOSTEGNI "E"**LS 1069**Marzo 1994
Ed. 1 – 1/5**ELEMENTI STRUTTURALI COMPONENTI I SOSTEGNI**

SOSTEGNI		Mensola	Parte comune	TRONCHI			Base	Piedi (n. 4 pezzi)
TIPO	RIF.			I	II	III		
ELEMENTI STRUTTURALI N.								
EA 18	1069/1	2250	2251	-	-	-	2259	2268
EA 21	1069/2	2250	2251	-	-	-	2260	2268
EA 24	1069/3	2250	2251	-	-	-	2261	2268
EA 27	1069/4	2250	2251	2255	-	-	2262	2269
EA 30	1069/5	2250	2251	2255	-	-	2263	2269
EA 33	1069/6	2250	2251	2255	2256	-	2264	2269
EA 36	1069/7	2250	2251	2255	2256	-	2265	2269
EA 39	1069/8	2250	2251	2255	2256	2257	2266	2269
EA 42	1069/9	2250	2251	2255	2256	2257	2267	2269

DCO – AITC – UNITÀ INGEGNERIA IMPIANTISTICA 2

Per le fondazioni vedere Tabelle: LF 1005, LF 1025, LF 1045, LF 1065, LF 1085
LF 2005, LF 2025, LF 2045, LF 2065.

UNIFICAZIONE

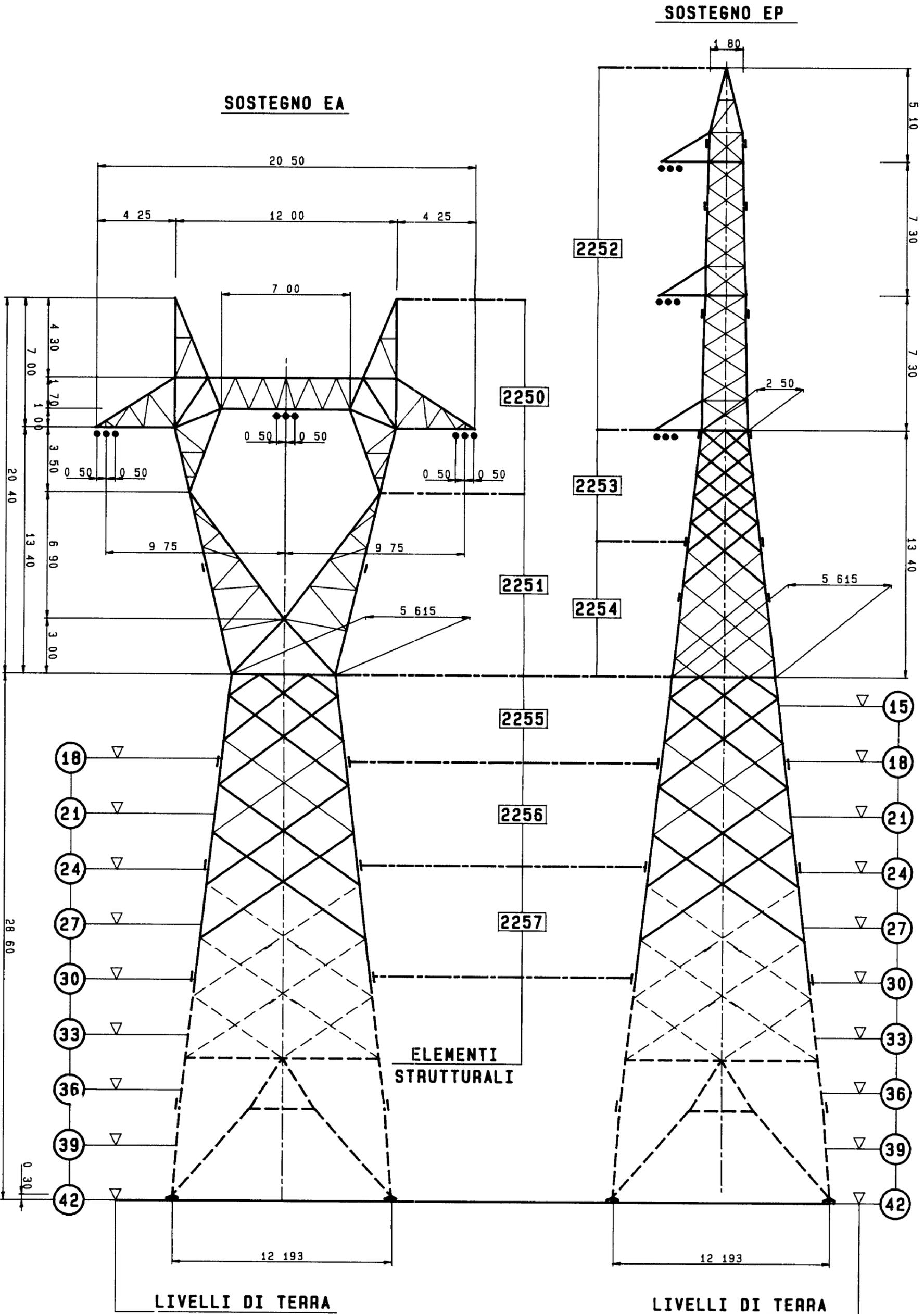
ENEL**LS 1069**Marzo 1994
Ed. 1 - 2/5**ELEMENTI STRUTTURALI COMPONENTI I SOSTEGNI**

SOSTEGNI		Mensola	Parte comune	TRONCHI					Base	Piedi (n. 4 pezzi)
TIPO	RIF.			I	II	III	IV	V		
ELEMENTI STRUTTURALI N.										
EP 15	1069/21	2252	-	2253	-	-	-	-	2258	2268
EP 18	1069/22	2252	-	2253	2254	-	-	-	2259	2268
EP 21	1069/23	2252	-	2253	2254	-	-	-	2260	2268
EP 24	1069/24	2252	-	2253	2254	-	-	-	2261	2268
EP 27	1069/25	2252	-	2253	2254	2255	-	-	2262	2269
EP 30	1069/26	2252	-	2253	2254	2255	-	-	2263	2269
EP 33	1069/27	2252	-	2253	2254	2255	2256	-	2264	2269
EP 36	1069/28	2252	-	2253	2254	2255	2256	-	2265	2269
EP 39	1069/29	2252	-	2253	2254	2255	2256	2257	2266	2269
EP 42	1069/30	2252	-	2253	2254	2255	2256	2257	2267	2269

DCO - AITC - UNITÀ INGEGNERIA IMPIANTISTICA 2

Per le fondazioni vedere Tabelle: LF 1005, LF 1025, LF 1045, LF 1065, LF 1085
LF 2005, LF 2025, LF 2045, LF 2065.

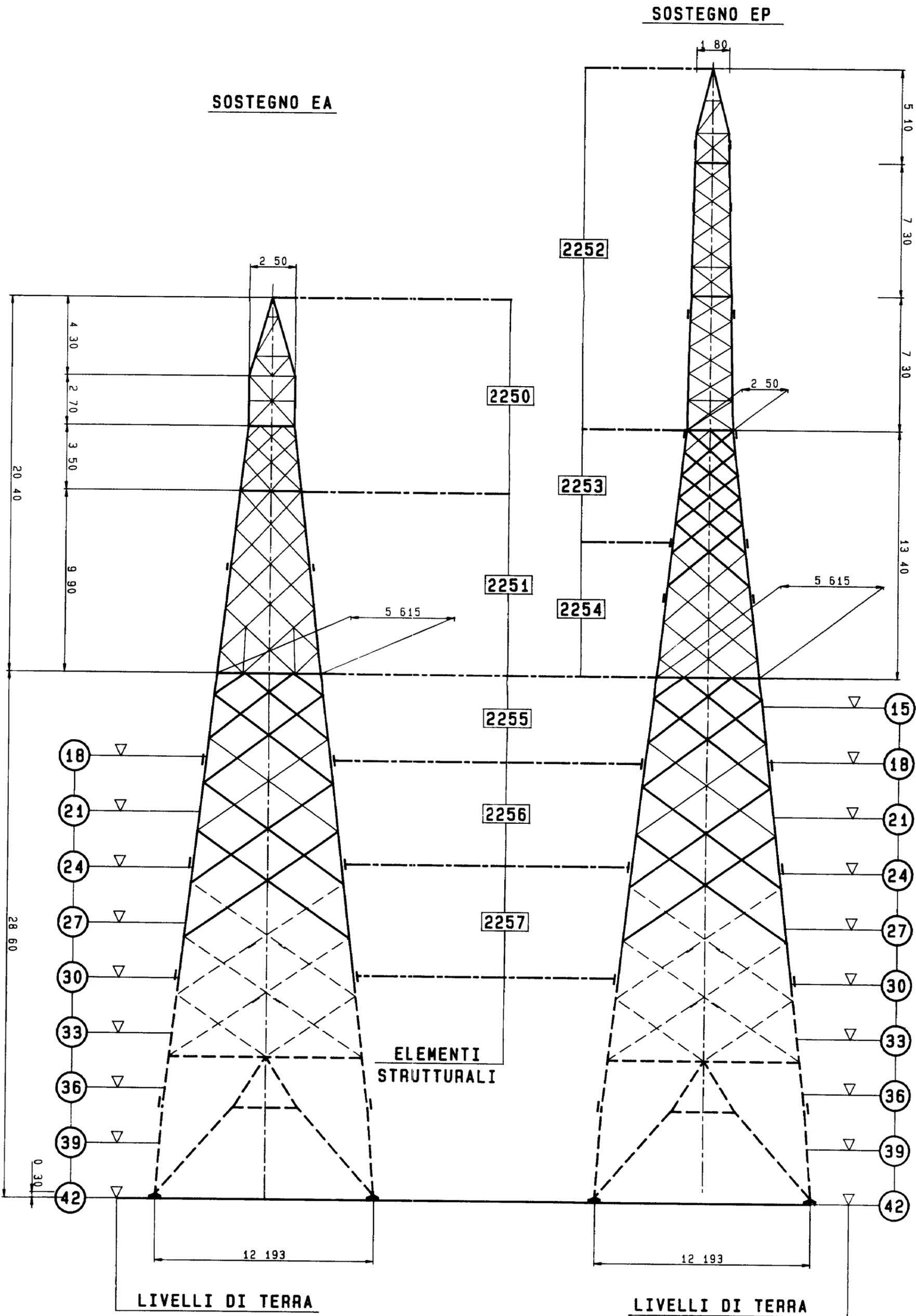
VISTA TRASVERSALE



UNIFICAZIONE
ENEL

LS 1069
Marzo 1992
Ed. 1.3/5

VISTA LONGITUDINALE



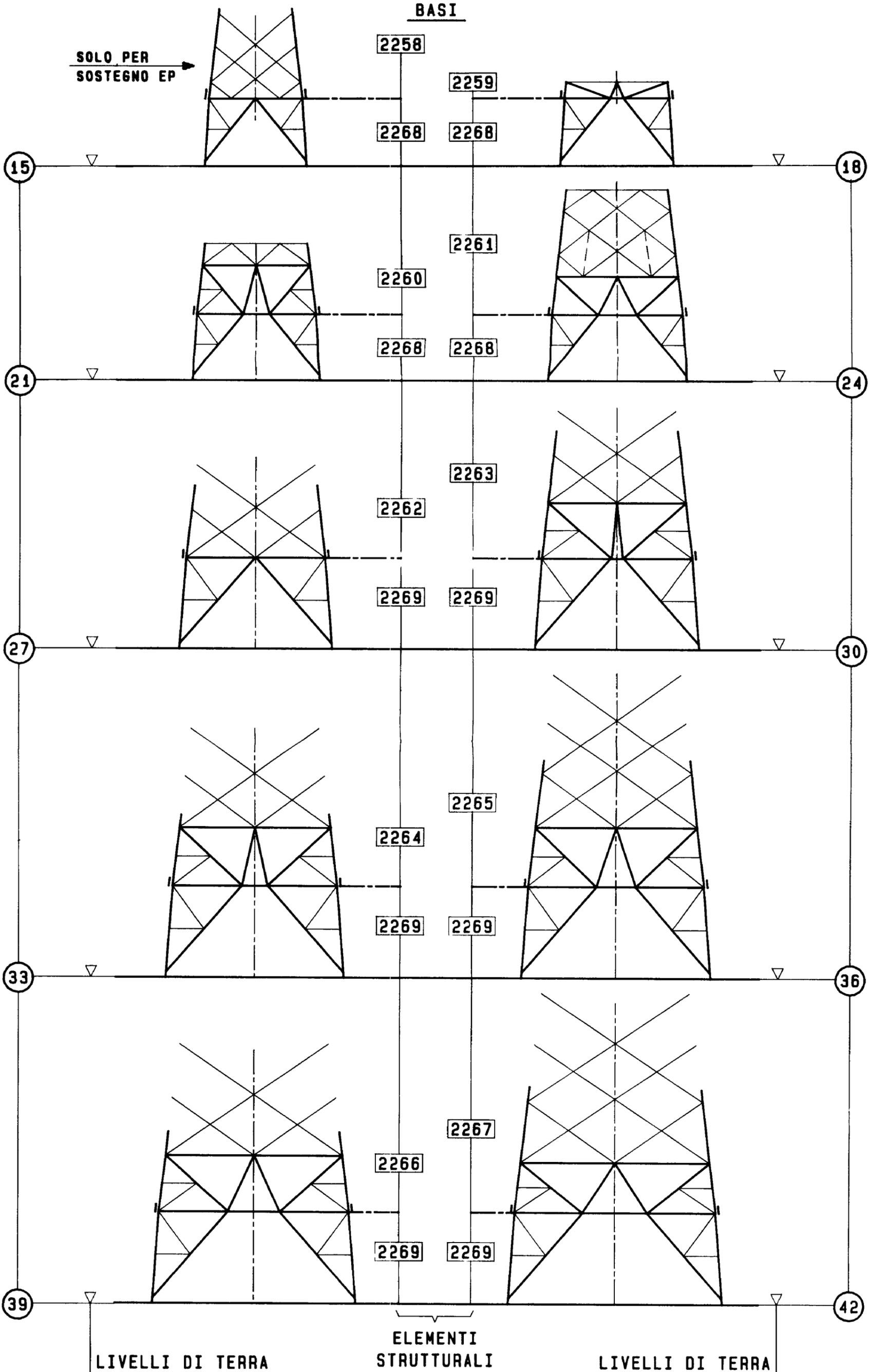
UNIFICAZIONE
ENEL

LS 1069

Marzo 1992
Ed 1.4/5

BASI

SOLO PER
SOSTEGNO EP →



UNIFICAZIONE
ENEL

LS 1069

Marzo 1992
Ed. 1.5/5

LINEA ELETTRICA AEREA A 380 kV SEMPLICE TERNA AD "Y"**ISOLAMENTO NORMALE**

Conduttori Ø 31,5 trinati – Zona B EDS 20%

UTILIZZAZIONE DEL SOSTEGNO "NV"**CALCOLO DELLE AZIONI ESTERNE SUL SOSTEGNO****Storia delle revisioni**

Rev. 00	del 03/06/2008	Prima emissione.
Rev. 01	del 03/06/2010	Eseguite modifiche redazionali.

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

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. B0007278 – Rev.1 del 16/03/2010**

1 CARATTERISTICHE GENERALI

Conduttore	All. Acc. \varnothing 31,5 mm (C 2/1) un fascio di tre conduttori per ciascuna fase
Corda di guardia	Acciaio \varnothing 11,5 mm (C 23/2); Acc.-Lega All.- ACS con fibre ottiche \varnothing 17,9 mm (C 50 / C 60) ⁽¹⁾
Isolatori	Vetro temperato a cappa e perno in catene di 21 elementi (passo 146mm) o di 18 elementi (passo 170 mm) nelle sospensioni semplici o doppie e di 19 elementi (passo 170 mm) negli amarri.
Tipo fondazione	Misto ferro – calcestruzzo a piedini separati.
Tipo sfera di segnalazione aerea	Diametro 60 cm; peso 5,5 Kg; passo d'installazione \leq 30 m.
Messa a terra	Secondo le norme citate.
Larghezza linea	16 m tra i conduttori esterni.

2 CONDUTTORI E CORDA DI GUARDIA

2.1 CARATTERISTICHE PRINCIPALI

		CONDUTTORE			CORDA DI GUARDIA		
		C 2/1		C 23/2		C 50 / C 60	
MATERIALE		All. Acc.		Acciaio		Acc.-Lega All.- ACS	
DIAMETRO CIRCOSCRITTO (mm.)		31,5		11,5		17,9	
SEZIONI TEORICHE	ALLUMINIO (mm ²)	519,50		0		118,90 (Al + Lega Al)	
	ACCIAIO (mm ²)	65,80		78,94		57,70	
	TOTALE (mm ²)	583,30		78,94		176,60	
MASSA UNITARIA (Kg/m.)		1,953		0,621		0,820	
MODULO DI ELASTICITA' (N/mm ²)		68000		175000		88000	
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE (1/°C)		19,4 X 10 ⁻⁶		11,5 X 10 ⁻⁶		17 X 10 ⁻⁶	
CARICO DI ROTTURA (daN.)		16852		12231		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 per il conduttore 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		
		C 2/1		C 23/2		C 50 / C 60	
TIRO ORIZZONTALE IN EDS (daN)		3370		1113		1480	

CONDIZIONI DERIVATE

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

MSB: -20° C, vento alla velocità di 65 km/h, spessore manicotto di ghiaccio di 12 mm.

¹ I valori fra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate tenendo conto della presenza di sfere di segnalazione per il volo a bassa quota, con diametro di 60 cm, installate sull'intera campata.

In detta condizione i tiri sono ottenuti risolvendo l'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:

α = Coefficiente di dilatazione termica del conduttore o della corda di guardia

S = Sezione totale del conduttore o della corda di guardia

E = Modulo di elasticità del conduttore o della corda di guardia

L = Campata equivalente (²) della tratta nel caso di conduttore ovvero campata reale nel caso di corda di guardia

Condizione base

Θ_b = Temperatura del conduttore o della corda di guardia

p'_b = Carico risultante del conduttore o della corda di guardia per metro lineare

T_b = Tiro orizzontale del conduttore o della corda di guardia

Condizione derivata

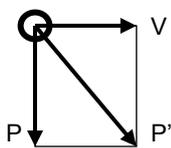
Θ_d = Temperatura del conduttore o della corda di guardia

p'_d = Carico risultante del conduttore o della corda di guardia per metro lineare

T_d = Tiro orizzontale del conduttore o della corda di guardia

Nella tabella seguente sono riportati per il conduttore o per la corda di guardia i valori della spinta del vento, di peso e di carico risultante per metro lineare nelle condizioni **EDS – MSA – MSB**.

		CONDUTTORE			CORDA DI GUARDIA (³)		
		C 2/1	C 23/2	C 50 / C 60	C 23/2	C 50 / C 60	C 50 / C 60
CONDIZIONE EDS	V (daN/m)	0	0	0			
	P (daN/m)	1,916	0,626	0,8044			
	P' (daN/m)	1,916	0,626	0,8044			
CONDIZIONE MSA	V (daN/m)	2,225	0,8123 (1,0897)	1,2643 (1,5417)			
	P (daN/m)	1,916	0,626 (0,8058)	0,8044 (0,9842)			
	P' (daN/m)	2,936	1,0255 (1,3553)	1,4985 (1,8291)			
CONDIZIONE MSB	V (daN/m)	0,980	0,6269 (0,6962)	0,740 (0,8092)			
	P (daN/m)	3,396	1,4244 (1,6042)	1,8217 (2,0015)			
	P' (daN/m)	3,5345	1,5563 (1,7487)	1,9663 (2,1589)			



V = spinta del vento per metro di conduttore o della corda di guardia (daN/m)

P = peso per metro di conduttore o della corda di guardia (daN/m)

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

L'equazione del cambiamento di stato per la determinazione del tiro orizzontale è stata eseguita facendo variare il valore L per:

- Il conduttore in un intervallo delle campate equivalenti pari a 200 m ÷ 800 m.
- la corda di guardia in un intervallo delle campate reali pari a 100 m ÷ 1000 m.

² $L = \sqrt{\frac{\sum Li^3}{\sum Li}}$ ove le Li sono le campate reali comprese fra due successivi amari

³ I valori fra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate tenendo conto della presenza di sfere di segnalazione per il volo a bassa quota, con diametro di 60 cm, installate sull'intera campata.

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 indotte dai conduttori e dalle corde di guardia nelle due ipotesi **MSA** e **MSB**.

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

$$\text{Conduttori o Corda di guardia} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{Azione trasversale } T = n \cdot v \cdot C_m + n \cdot 2 \cdot \sin \delta / 2 \cdot T_0 + t^* \quad (2) \\ \text{Azione verticale } P = n \cdot p \cdot C_m + n \cdot K \cdot T_0 + p^* \quad (3) \end{array} \right.$$

Ove:

- n = numero dei cavi per il fascio di conduttori o della corda di guardia
- v = spinta del vento per metro di conduttore o di corda di guardia (vedi valori riportati al punto 2.2)
- P = peso per metro di conduttore o di corda di guardia (vedi valori riportati al punto 2.2)
- T₀ = tiro orizzontale nel conduttore o nella corda di guardia
- t* = spinta del vento sulle catene di isolatori e sulla morsetteria
- p* = peso delle catene di isolatori e della morsetteria

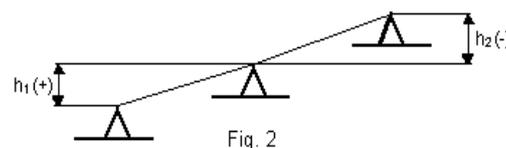
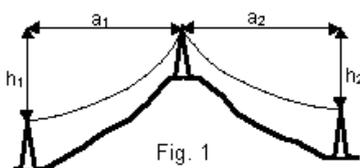
I valori di T₀ di t* e p* sono riportati nella seguente tabella:

		CONDUTTORE (n=3)			CORDA DI GUARDIA (n=1) ⁽⁴⁾	
		C 2/1	C 23/2	C 50 / C 60	C 23/2	C 50 / C 60
CONDIZIONE MSA	T ₀ (daN)	5200	2080 (2613)	2750 (3261)		
	t* (daN)	120	0	0		
	p* (daN)	300	0	0		
CONDIZIONE MSB	T ₀ (daN)	6300	3160 (3324)	3600 (3832)		
	t* (daN)	30	0	0		
	p* (daN)	300	0	0		

Dal confronto dei tiri orizzontali, delle spinte del vento e dei pesi delle corde di guardia nelle ipotesi **MSA** e **MSB** si evince che la corda di guardia C 50 / C 60 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 3.4) sono state determinati con la corda di guardia C 50 / C 60. L'utilizzo di altre corde di guardia diverse dalla C 50 / C 60 obbliga il Progettista a realizzare le necessarie verifiche strutturali e a descriverne il diagramma d'impiego (fig.3).

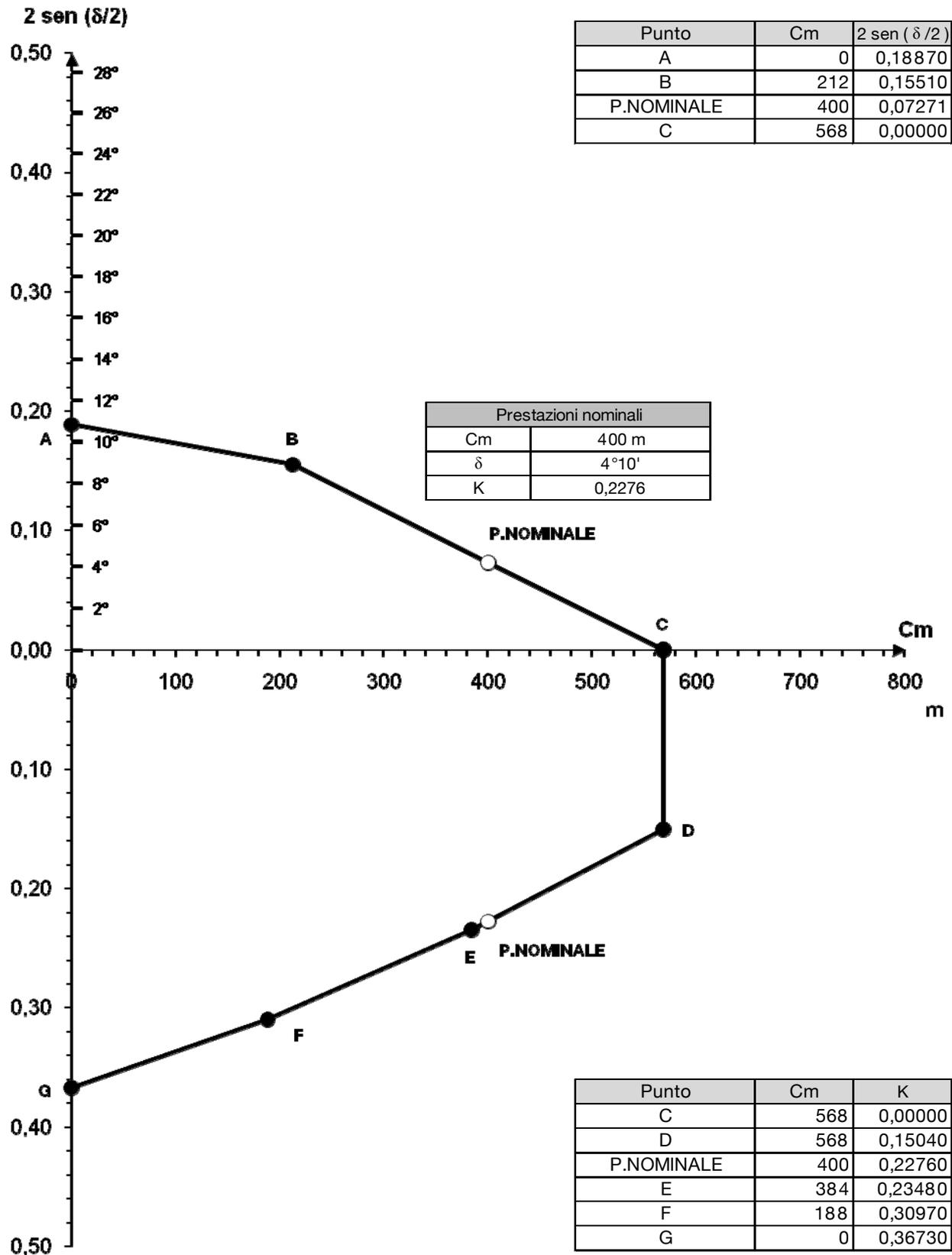
Le caratteristiche geometriche del picchetto **C_m** = campata media, **δ** = angolo di deviazione, **K** = costante altimetrica ⁽⁵⁾.



⁴ I valori fra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate calcolate tenendo conto della presenza di sfere di segnalazione per il volo a bassa quota, con diametro di 60 cm, installate sull'intera campata.

⁵ L'espressione di K è $K = \frac{h_1}{a_1} + \frac{h_2}{a_2}$ (vedi fig.1) 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, δ) 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}, δ_i, K_i) è necessario che i punti (C_{m_i}, δ_i) e (C_{m_i}, K_i) siano compresi rispettivamente nei campi di utilizzazione trasversale e verticale.

3.3 IPOTESI NORMALI ED ECCEZIONALI

Le azioni esterne per il calcolo del sostegno sono state determinate nelle condizioni **MSA** e **MSB**, sia nelle ipotesi di conduttori e corda di guardia integri (ipotesi normale), sia nelle ipotesi di rottura di conduttori e/o corde di guardia secondo quanto prescritto dalle norme (ipotesi eccezionale).

3.3.1 IPOTESI NORMALE

AZIONI TRASVERSALI E VERTICALI

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

AZIONI LONGITUDINALI

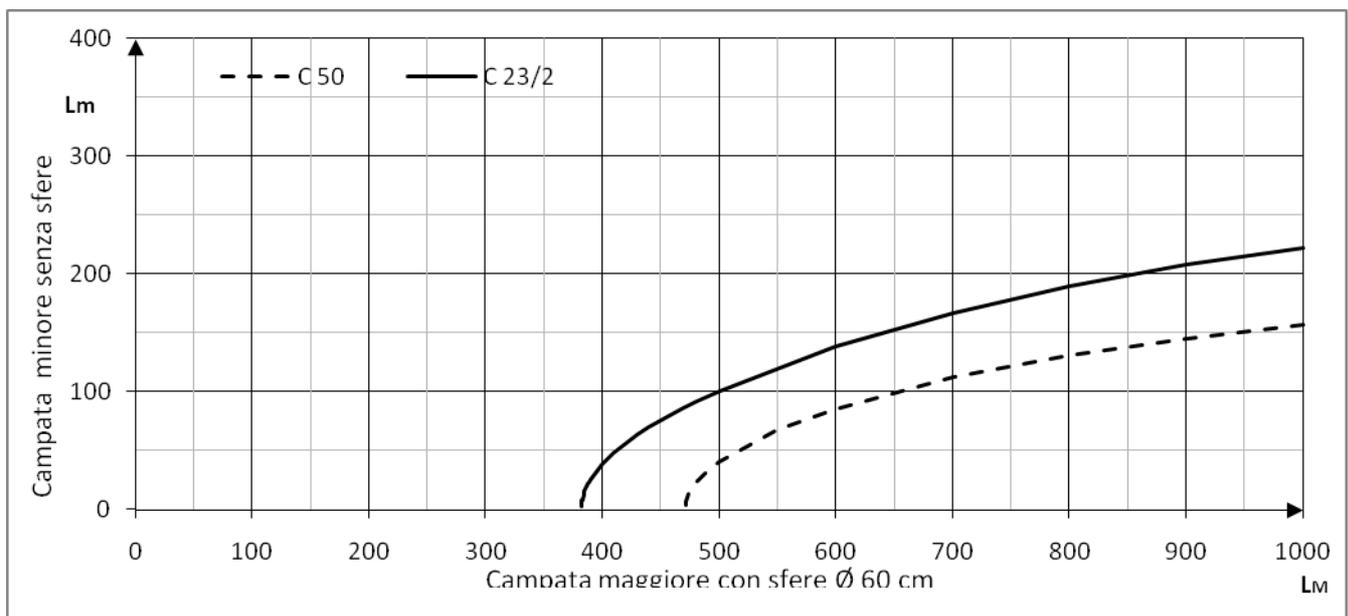
Per la corda di guardia (amarrata ad ogni sostegno) è stato considerato uno squilibrio di tiro per tenere conto della diversa lunghezza delle campate adiacenti al sostegno e di eventuali sfere di segnalazione area per il volo a bassa quota installate sulle corde di guardia con un intervallo \leq di 30 m.

Per ogni picchetto si dovrà perciò verificare mediante l'equazione del cambiamento di stato (1) che l'effettiva differenza di tiro in condizioni **MSA** e **MSB** 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 nel diagramma 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) si trova al disopra della curva la verifica è positiva poiché, lo squilibrio di tiro è minore di quello di calcolo.

Fig.3



3.3.2 IPOTESI ECCEZIONALE

AZIONI TRASVERSALI E VERTICALI

CONDUTTORI Per i conduttori i valori sono stati ottenuti moltiplicando per 5/6 le corrispondenti azioni in ipotesi normale depurate dai valori della spinta del vento t^* sulle catene di isolatori e morsetteria e del relativo peso p^* assumendo questi valori costanti in entrambe le ipotesi.

CORDA DI GUARDIA 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 orizzontale T_0 dei conduttori e della corda di guardia.

3.4 AZIONI ESTERNE PER IL CALCOLO DEL SOSTEGNO

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

STATO DEI CONDUTTORI	IPOTESI	CONDUTTORE ⁽⁶⁾			CORDA DI GUARDIA ⁽⁶⁾		
		C 2/1			C 50 / C 60 ⁽⁷⁾		
		T (daN)	P (daN)	L (daN)	T (daN)	P (daN)	L (daN)
MSA	NORMALE	3955	6212	0	719 (876)	1011 (1198)	500 (1015)
		3955	0	0	719 (876)	0	500 (1015)
	ECCEZIONALE ⁽⁸⁾	3316	5227	5200	360 (438)	506 (599)	2750 (3261)
		3316	0	5200	360 (438)	0	2750 (3261)
MSB	NORMALE	3597	8930	0	716 (766)	1577 (1714)	800 (1190)
		3597	0	0	716 (766)	0	800 (1190)
	ECCEZIONALE ⁽⁸⁾	3003	7492	6300	358 (383)	789 (857)	3600 (3832)
		3003	0	6300	358 (383)	0	3600 (3832)

Mediante le relazioni (2, 3) si può verificare come tutte le terne di prestazioni geometriche (C_m , δ , K) tali che il punto (C_m , δ) 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) nelle condizioni **MSA** e **MSB** risultino inferiori o eguali a quelle considerate per il calcolo del sostegno e riportate nella tabella precedente.

N.B. Il calcolo di verifica del sostegno è stato eseguito considerando le azioni esterne del conduttore indicato e della corda di guardia $\varnothing 17,9$ mm (C50 / C 60) con installate le sfere di segnalazione per il volo a bassa quota del diametro di 60 cm (valori fra parentesi). Per l'impiego di tipologie di corde incorporanti fibre ottiche aventi lo stesso diametro esterno ma con caratteristiche meccaniche differenti, potrebbe essere necessario ridurre il tiro orizzontale in EDS nel caso che il tiro orizzontale T_0 in **MSA** e **MSB** risultino superiori a quelli riportati nella tabella al punto 3.1.

⁶ Per ciascuna ipotesi normale ed eccezionale viene considerato separatamente il caso in cui l'azione verticale P sia quella corrispondente alla campata gravante massima e il caso di campata gravante nulla, che per alcune aste può risultare più severa.

⁷ I valori fra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate tenendo conto della presenza di sfere di segnalazione per il volo a bassa quota, con diametro di 60 cm, installate sull'intera campata.

⁸ Rottura di uno dei conduttori su due delle tre fasi ovvero, in alternativa, rottura della corda di guardia e di un conduttore su di una fase. I valori indicati si riferiscono ovviamente alle sole fasi o corde di guardia rotte.

LINEA ELETTRICA AEREA A 380 kV SEMPLICE TERNA AD "Y"
ISOLAMENTO NORMALE
Conduttori Ø 31,5 trinati – Zona B EDS 20%

UTILIZZAZIONE DEL SOSTEGNO "ML"
CALCOLO DELLE AZIONI ESTERNE SUL SOSTEGNO

Storia delle revisioni

Rev. 00	del 03/06/2008	Prima emissione.
Rev. 01	del 03/06/2010	Eseguite modifiche redazionali.

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

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. B0007296 – Rev.1 del 13/04/2010**

1 CARATTERISTICHE GENERALI

Conduttore	All. Acc. \varnothing 31,5 mm (C 2/1) un fascio di tre conduttori per ciascuna fase
Corda di guardia	Acciaio \varnothing 11,5 mm (C 23/2); Acc.-Lega All.- ACS con fibre ottiche \varnothing 17,9 mm (C 50 / C 60) ⁽¹⁾
Isolatori	Vetro temperato a cappa e perno in catene di 21 elementi (passo 146mm) o di 18 elementi (passo 170 mm) nelle sospensioni semplici o doppie e di 19 elementi (passo 170 mm) negli amarri.
Tipo fondazione	Misto ferro – calcestruzzo a piedini separati.
Tipo sfera di segnalazione aerea	Diametro 60 cm; peso 5,5 Kg; passo d'installazione \leq 30 m.
Messa a terra	Secondo le norme citate.
Larghezza linea	16 m tra i conduttori esterni.

2 CONDUTTORI E CORDA DI GUARDIA

2.1 CARATTERISTICHE PRINCIPALI

		CONDUTTORE			CORDA DI GUARDIA		
		C 2/1	C 23/2	C 50 / C 60			
MATERIALE		All. Acc.	Acciaio	Acc.-Lega All.- ACS			
DIAMETRO CIRCOSCRITTO	(mm.)	31,5	11,5	17,9			
SEZIONI TEORICHE	ALLUMINIO	(mm ²)	519,50	0	118,90 (Al + Lega Al)		
	ACCIAIO	(mm ²)	65,80	78,94	57,70		
	TOTALE	(mm ²)	583,30	78,94	176,60		
MASSA UNITARIA	(Kg/m.)	1,953	0,621	0,820			
MODULO DI ELASTICITA'	(N/mm ²)	68000	175000	88000			
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE	(1/°C)	19,4 X 10 ⁻⁶	11,5 X 10 ⁻⁶	17 X 10 ⁻⁶			
CARICO DI ROTTURA	(daN.)	16852	12231	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 per il conduttore 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		
		C 2/1	C 23/2	C 50 / C 60			
TIRO ORIZZONTALE IN EDS	(daN)	3370	1113	1480			

CONDIZIONI DERIVATE

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

MSB: -20° C, vento alla velocità di 65 km/h, spessore manicotto di ghiaccio di 12 mm.

¹ I valori fra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate tenendo conto della presenza di sfere di segnalazione per il volo a bassa quota, con diametro di 60 cm, installate sull'intera campata.

In detta condizione i tiri sono ottenuti risolvendo l'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:

α = Coefficiente di dilatazione termica del conduttore o della corda di guardia

S = Sezione totale del conduttore o della corda di guardia

E = Modulo di elasticità del conduttore o della corda di guardia

L = Campata equivalente (²) della tratta nel caso di conduttore ovvero campata reale nel caso di corda di guardia

Condizione base

Θ_b = Temperatura del conduttore o della corda di guardia

p'_b = Carico risultante del conduttore o della corda di guardia per un metro lineare

T_b = Tiro orizzontale del conduttore o della corda di guardia

Condizione derivata

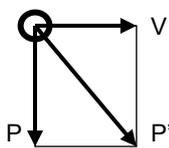
Θ_d = Temperatura del conduttore o della corda di guardia

p'_d = Carico risultante del conduttore o della corda di guardia per un metro lineare

T_d = Tiro orizzontale del conduttore o della corda di guardia

Nella tabella seguente sono riportati per il conduttore o per la corda di guardia i valori della spinta del vento, di peso e di carico risultante per metro lineare nelle condizioni **EDS – MSA – MSB**.

		CONDUTTORE			CORDA DI GUARDIA (³)		
		C 2/1	C 23/2	C 50 / C 60	C 23/2	C 50 / C 60	C 50 / C 60
CONDIZIONE EDS	V (daN/m)	0	0	0			
	P (daN/m)	1,916	0,626	0,8044			
	P' (daN/m)	1,916	0,626	0,8044			
CONDIZIONE MSA	V (daN/m)	2,225	0,8123 (1,0897)	1,2643 (1,5417)			
	P (daN/m)	1,916	0,626 (0,8058)	0,8044 (0,9842)			
	P' (daN/m)	2,936	1,0255 (1,3553)	1,4985 (1,8291)			
CONDIZIONE MSB	V (daN/m)	0,980	0,6269 (0,6962)	0,740 (0,8092)			
	P (daN/m)	3,396	1,4244 (1,6042)	1,8217 (2,0015)			
	P' (daN/m)	3,5345	1,5563 (1,7487)	1,9663 (2,1589)			



V = spinta del vento per metro di conduttore o della corda di guardia (daN/m)

P = peso per metro di conduttore o della corda di guardia (daN/m)

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

L'equazione del cambiamento di stato per la determinazione del tiro orizzontale è stata eseguita facendo variare il valore L per:

- Il conduttore in un intervallo delle campate equivalenti pari a 200 m ÷ 800 m.
- la corda di guardia in un intervallo delle campate reali pari a 100 m ÷ 1000 m.

² $L = \sqrt{\frac{\sum Li^3}{\sum Li}}$ ove le Li sono le campate reali comprese fra due successivi amari

³ I valori fra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate tenendo conto della presenza di sfere di segnalazione per il volo a bassa quota, con diametro di 60 cm, installate sull'intera campata.

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 indotte dai conduttori e dalle corde di guardia nelle due ipotesi **MSA** e **MSB**.

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

$$\text{Conduttori o Corda di guardia} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{Azione trasversale } T = n \cdot v \cdot C_m + n \cdot 2 \cdot \sin \delta / 2 \cdot T_0 + t^* \quad (2) \\ \text{Azione verticale } P = n \cdot p \cdot C_m + n \cdot K \cdot T_0 + p^* \quad (3) \end{array} \right.$$

Ove:

- n = numero dei cavi per il fascio di conduttori o della corda di guardia
- v = spinta del vento per metro di conduttore o di corda di guardia (vedi valori riportati al punto 2.2)
- P = peso per metro di conduttore o di corda di guardia (vedi valori riportati al punto 2.2)
- T₀ = tiro orizzontale nel conduttore o nella corda di guardia
- t* = spinta del vento sulle catene di isolatori e sulla morsetteria
- p* = peso delle catene di isolatori e della morsetteria

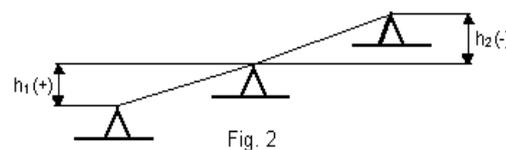
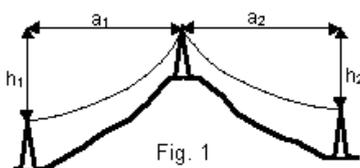
I valori di T₀ di t* e p* sono riportati nella seguente tabella:

		CONDUTTORE (n=3)			CORDA DI GUARDIA (n=1) ⁽⁴⁾	
		C 2/1	C 23/2	C 50 / C 60	C 23/2	C 50 / C 60
CONDIZIONE MSA	T ₀ (daN)	5200	2080 (2613)	2750 (3261)		
	t* (daN)	240	0	0		
	p* (daN)	600	0	0		
CONDIZIONE MSB	T ₀ (daN)	6300	3160 (3324)	3600 (3832)		
	t* (daN)	60	0	0		
	p* (daN)	600	0	0		

Dal confronto dei tiri orizzontali, delle spinte del vento e dei pesi delle corde di guardia nelle ipotesi **MSA** e **MSB** si evince che la corda di guardia C 50 / C 60 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 3.4) sono state determinati con la corda di guardia C 50 / C 60. L'utilizzo di altre corde di guardia diverse dalla C 50 / C 60 obbliga il Progettista a realizzare le necessarie verifiche strutturali e a descriverne il diagramma d'impiego (fig.3).

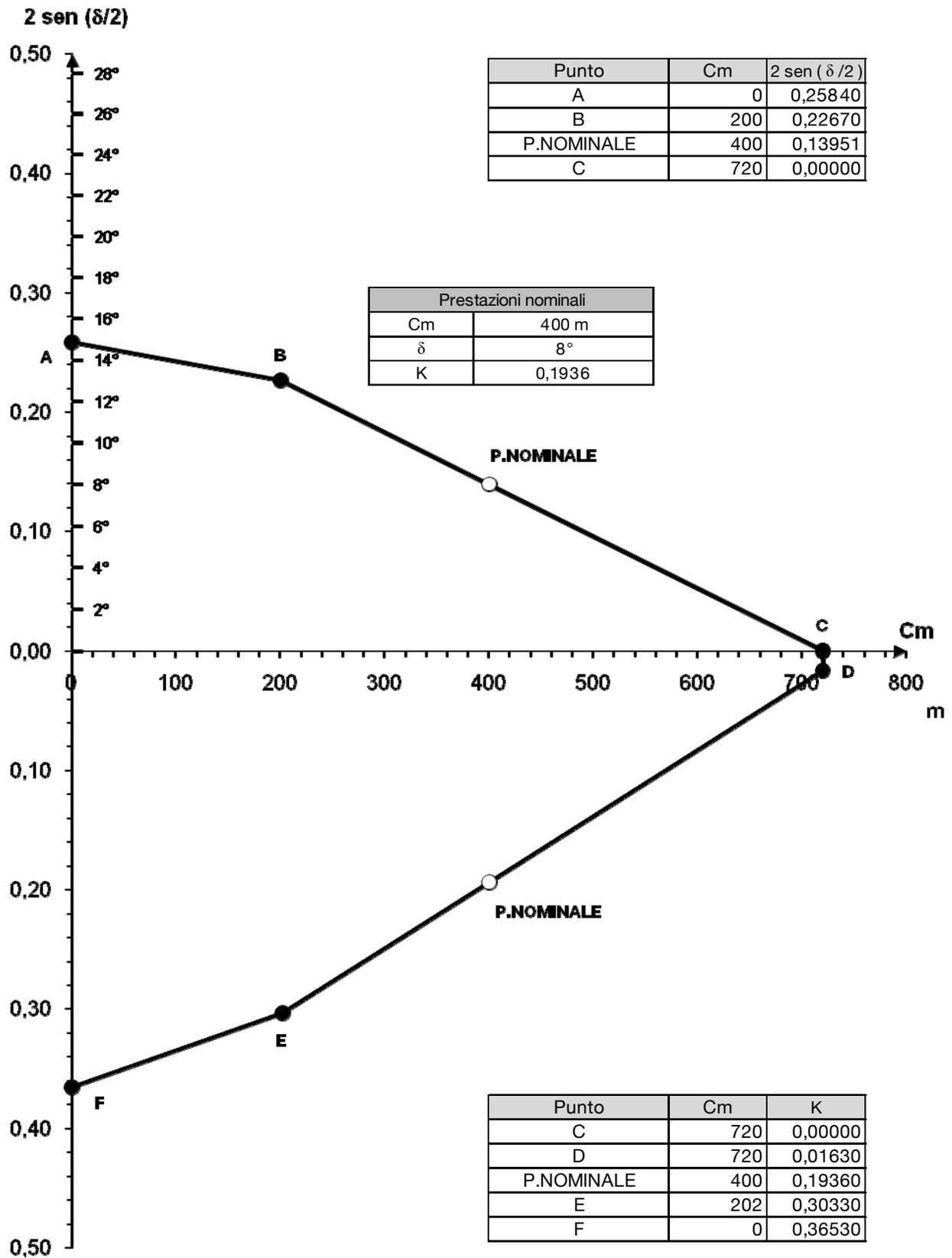
Le caratteristiche geometriche del picchetto **C_m** = campata media, **δ** = angolo di deviazione, **K** = costante altimetrica ⁽⁵⁾.



⁴ I valori fra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate calcolate tenendo conto della presenza di sfere di segnalazione per il volo a bassa quota, con diametro di 60 cm, installate sull'intera campata.

⁵ L'espressione di K è $K = \frac{h_1}{a_1} + \frac{h_2}{a_2}$ (vedi fig.1) 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, δ) 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}, δ_i, K_i) è necessario che i punti (C_{m_i}, δ_i) e (C_{m_i}, K_i) siano compresi rispettivamente nei campi di utilizzazione trasversale e verticale.

3.3 IPOTESI NORMALI ED ECCEZIONALI

Le azioni esterne per il calcolo del sostegno sono state determinate nelle condizioni **MSA** e **MSB**, sia nelle ipotesi di conduttori e corda di guardia integri (ipotesi normale), sia nelle ipotesi di rottura di conduttori e/o corde di guardia secondo quanto prescritto dalle norme (ipotesi eccezionale).

3.3.1 IPOTESI NORMALE

AZIONI TRASVERSALI E VERTICALI

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

AZIONI LONGITUDINALI

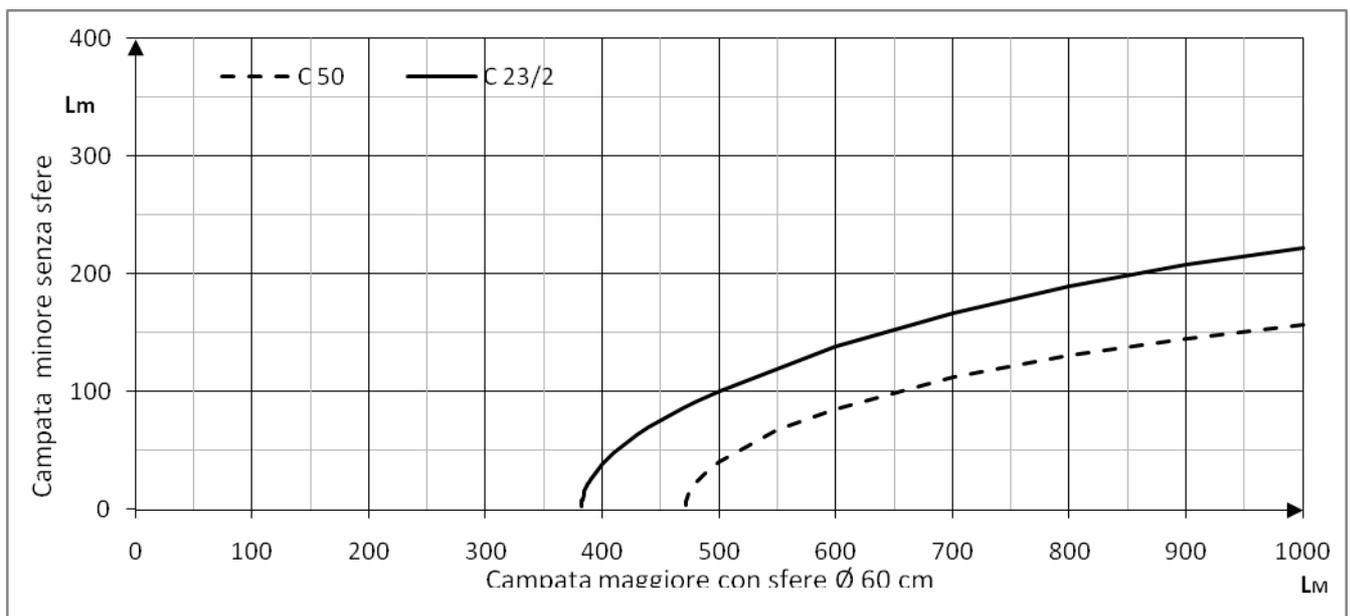
Per la corda di guardia (amarrata ad ogni sostegno) è stato considerato uno squilibrio di tiro per tenere conto della diversa lunghezza delle campate adiacenti al sostegno e di eventuali sfere di segnalazione area per il volo a bassa quota installate sulle corde di guardia con un intervallo \leq di 30 m.

Per ogni picchetto si dovrà perciò verificare mediante l'equazione del cambiamento di stato (1) che l'effettiva differenza di tiro in condizioni **MSA** e **MSB** 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 nel diagramma 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) si trova al disopra della curva la verifica è positiva poiché, lo squilibrio di tiro è minore di quello di calcolo.

Fig.3



3.3.2 IPOTESI ECCEZIONALE

AZIONI TRASVERSALI E VERTICALI

CONDUTTORI Per i conduttori i valori sono stati ottenuti moltiplicando per 5/6 le corrispondenti azioni in ipotesi normale depurate dai valori della spinta del vento t^* sulle catene di isolatori e morsetteria e del relativo peso p^* assunti costanti in entrambe le ipotesi.

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

AZIONI LONGITUDINALI

Sono state assunte pari al tiro orizzontale T_0 dei conduttori e della corda di guardia.

3.4 AZIONI ESTERNE PER IL CALCOLO DEL SOSTEGNO

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

STATO DEI CONDUTTORI	IPOTESI	CONDUTTORE ⁽⁶⁾			CORDA DI GUARDIA ⁽⁶⁾		
		C 2/1			C 50 / C 60 ⁽⁷⁾		
		T (daN)	P (daN)	L (daN)	T (daN)	P (daN)	L (daN)
MSA	NORMALE	5112	6493	0	911 (1110)	1005 (1192)	500 (1015)
		5112	0	0	911 (1110)	0	500 (1015)
	ECCEZIONALE ⁽⁸⁾	4300	5511	5200	456 (555)	503 (596)	2750 (3261)
		4300	0	5200	456 (555)	0	2750 (3261)
MSB	NORMALE	4944	8391	0	965 (1031)	1460 (1567)	800 (1190)
		4944	0	0	965 (1031)	0	800 (1190)
	ECCEZIONALE ⁽⁸⁾	4130	7093	6300	483 (516)	730 (784)	3600 (3832)
		4130	0	6300	483 (516)	0	3600 (3832)

Mediante le relazioni (2, 3) si può verificare come tutte le terne di prestazioni geometriche (C_m , δ , K) tali che il punto (C_m , δ) 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) nelle condizioni **MSA** e **MSB** risultino inferiori o eguali a quelle considerate per il calcolo del sostegno e riportate nella tabella precedente.

N.B. Il calcolo di verifica del sostegno è stato eseguito considerando le azioni esterne del conduttore indicato e della corda di guardia \varnothing 17,9 mm (C50 / C 60) con installate le sfere di segnalazione per il volo a bassa quota del diametro di 60 cm (valori fra parentesi). Per l'impiego di tipologie di corde incorporanti fibre ottiche aventi lo stesso diametro esterno ma con caratteristiche meccaniche differenti, potrebbe essere necessario ridurre il tiro orizzontale in EDS nel caso che il tiro orizzontale T_0 in **MSA** e **MSB** risultino superiori a quelli riportati nella tabella al punto 3.1.

⁶ Per ciascuna ipotesi normale ed eccezionale viene considerato separatamente il caso in cui l'azione verticale P sia quella corrispondente alla campata gravante massima e il caso di campata gravante nulla, che per alcune aste può risultare più severa..

⁷ I valori fra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate tenendo conto della presenza di sfere di segnalazione per il volo a bassa quota, con diametro di 60 cm, installate sull'intera campata.

⁸ Rottura di uno dei conduttori su due delle tre fasi ovvero, in alternativa, rottura della corda di guardia e di un conduttore su di una fase. I valori indicati si riferiscono ovviamente alle sole fasi o corde di guardia rotte.

LINEA ELETTRICA AEREA A 380 kV SEMPLICE TERNA AD "Y"**ISOLAMENTO NORMALE**

Conduttori Ø 31,5 trinati – Zona B EDS 20%

UTILIZZAZIONE DEL SOSTEGNO "MV"**CALCOLO DELLE AZIONI ESTERNE SUL SOSTEGNO****Storia delle revisioni**

Rev. 00	del 03/06/2008	Prima emissione.
Rev. 01	del 03/06/2010	Eseguite modifiche redazionali.

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

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. B0007296 – Rev.1 del 13/04/2010**

1 CARATTERISTICHE GENERALI

Conduttore	All. Acc. \varnothing 31,5 mm (C 2/1) un fascio di tre conduttori per ciascuna fase
Corda di guardia	Acciaio \varnothing 11,5 mm (C 23/2); Acc.-Lega All.- ACS con fibre ottiche \varnothing 17,9 mm (C 50 / C 60) ⁽¹⁾
Isolatori	Vetro temperato a cappa e perno in catene di 21 elementi (passo 146mm) o di 18 elementi (passo 170 mm) nelle sospensioni semplici o doppie e di 19 elementi (passo 170 mm) negli amarri.
Tipo fondazione	Misto ferro – calcestruzzo a piedini separati.
Tipo sfera di segnalazione aerea	Diametro 60 cm; peso 5,5 Kg; passo d'installazione \leq 30 m.
Messa a terra	Secondo le norme citate.
Larghezza linea	16 m tra i conduttori esterni.

2 CONDUTTORI E CORDA DI GUARDIA

2.1 CARATTERISTICHE PRINCIPALI

		CONDUTTORE		CORDA DI GUARDIA	
		C 2/1	C 23/2	C 50 / C 60	
MATERIALE		All. Acc.	Acciaio	Acc.-Lega All.- ACS	
DIAMETRO CIRCOSCRITTO (mm.)		31,5	11,5	17,9	
SEZIONI TEORICHE	ALLUMINIO (mm ²)	519,50	0	118,90 (Al + Lega Al)	
	ACCIAIO (mm ²)	65,80	78,94	57,70	
	TOTALE (mm ²)	583,30	78,94	176,60	
MASSA UNITARIA (Kg/m.)		1,953	0,621	0,820	
MODULO DI ELASTICITA' (N/mm ²)		68000	175000	88000	
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE (1° C)		19,4 X 10 ⁻⁶	11,5 X 10 ⁻⁶	17 X 10 ⁻⁶	
CARICO DI ROTTURA (daN.)		16852	12231	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 per il conduttore 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	
		C 2/1	C 23/2	C 50 / C 60	
TIRO ORIZZONTALE IN EDS (daN)		3370	1113	1480	

CONDIZIONI DERIVATE

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

MSB: -20° C, vento alla velocità di 65 km/h, spessore manicotto di ghiaccio di 12 mm.

¹ I valori fra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate tenendo conto della presenza di sfere di segnalazione per il volo a bassa quota, con diametro di 60 cm, installate sull'intera campata.

In detta condizione i tiri sono ottenuti risolvendo l'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:

α = Coefficiente di dilatazione termica del conduttore o della corda di guardia

S = Sezione totale del conduttore o della corda di guardia

E = Modulo di elasticità del conduttore o della corda di guardia

L = Campata equivalente (²) della tratta nel caso di conduttore ovvero campata reale nel caso di corda di guardia

Condizione base

Θ_b = Temperatura del conduttore o della corda di guardia

p'_b = Carico risultante del conduttore o della corda di guardia per un metro lineare

T_b = Tiro orizzontale del conduttore o della corda di guardia

Condizione derivata

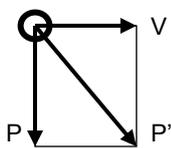
Θ_d = Temperatura del conduttore o della corda di guardia

p'_d = Carico risultante del conduttore o della corda di guardia per un metro lineare

T_d = Tiro orizzontale del conduttore o della corda di guardia

Nella tabella seguente sono riportati per il conduttore o per la corda di guardia i valori della spinta del vento, di peso e di carico risultante per metro lineare nelle condizioni **EDS – MSA – MSB**.

		CONDUTTORE			CORDA DI GUARDIA (³)		
		C 2/1	C 23/2	C 50 / C 60	C 23/2	C 50 / C 60	C 50 / C 60
CONDIZIONE EDS	V (daN/m)	0	0	0			
	P (daN/m)	1,916	0,626	0,8044			
	P' (daN/m)	1,916	0,626	0,8044			
CONDIZIONE MSA	V (daN/m)	2,225	0,8123 (1,0897)	1,2643 (1,5417)			
	P (daN/m)	1,916	0,626 (0,8058)	0,8044 (0,9842)			
	P' (daN/m)	2,936	1,0255 (1,3553)	1,4985 (1,8291)			
CONDIZIONE MSB	V (daN/m)	0,980	0,6269 (0,6962)	0,740 (0,8092)			
	P (daN/m)	3,396	1,4244 (1,6042)	1,8217 (2,0015)			
	P' (daN/m)	3,5345	1,5563 (1,7487)	1,9663 (2,1589)			



V = spinta del vento per metro di conduttore o della corda di guardia (daN/m)

P = peso per metro di conduttore o della corda di guardia (daN/m)

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

L'equazione del cambiamento di stato per la determinazione del tiro orizzontale è stata eseguita facendo variare il valore L per:

- Il conduttore in un intervallo delle campate equivalenti pari a 200 m ÷ 800 m.
- la corda di guardia in un intervallo delle campate reali pari a 100 m ÷ 1000 m.

² $L = \sqrt{\frac{\sum Li^3}{\sum Li}}$ ove le Li sono le campate reali comprese fra due successivi amari

³ I valori fra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate tenendo conto della presenza di sfere di segnalazione per il volo a bassa quota, con diametro di 60 cm, installate sull'intera campata.

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 indotte dai conduttori e dalle corde di guardia nelle due ipotesi **MSA** e **MSB**.

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

$$\text{Conduttori o Corda di guardia} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{Azione trasversale } T = n \cdot v \cdot C_m + n \cdot 2 \cdot \sin \delta / 2 \cdot T_0 + t^* \quad (2) \\ \text{Azione verticale } P = n \cdot p \cdot C_m + n \cdot K \cdot T_0 + p^* \quad (3) \end{array} \right.$$

Ove:

- n = numero dei cavi per il fascio di conduttori o della corda di guardia
- v = spinta del vento per metro di conduttore o di corda di guardia (vedi valori riportati al punto 2.2)
- P = peso per metro di conduttore o di corda di guardia (vedi valori riportati al punto 2.2)
- T₀ = tiro orizzontale nel conduttore o nella corda di guardia
- t* = spinta del vento sulle catene di isolatori e sulla morsetteria
- p* = peso delle catene di isolatori e della morsetteria

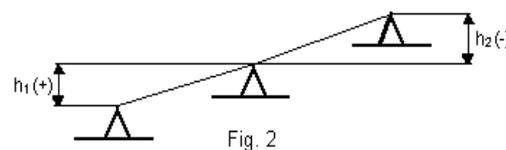
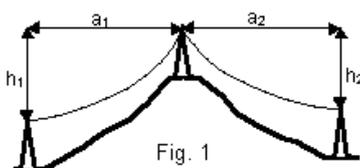
I valori di T₀ di t* e p* sono riportati nella seguente tabella:

		CONDUTTORE (n=3)			CORDA DI GUARDIA (n=1) ⁽⁴⁾	
		C 2/1	C 23/2	C 50 / C 60		
CONDIZIONE MSA	T ₀ (daN)	5200	2080 (2613)	2750 (3261)		
	t* (daN)	240	0	0		
	p* (daN)	600	0	0		
CONDIZIONE MSB	T ₀ (daN)	6300	3160 (3324)	3600 (3832)		
	t* (daN)	60	0	0		
	p* (daN)	600	0	0		

Dal confronto dei tiri orizzontali, delle spinte del vento e dei pesi delle corde di guardia nelle ipotesi **MSA** e **MSB** si evince che la corda di guardia C 50 / C 60 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 3.4) sono state determinati con la corda di guardia C 50 / C 60. L'utilizzo di altre corde di guardia diverse dalla C 50 / C 60 obbliga il Progettista a realizzare le necessarie verifiche strutturali e a descriverne il diagramma d'impiego (fig.3).

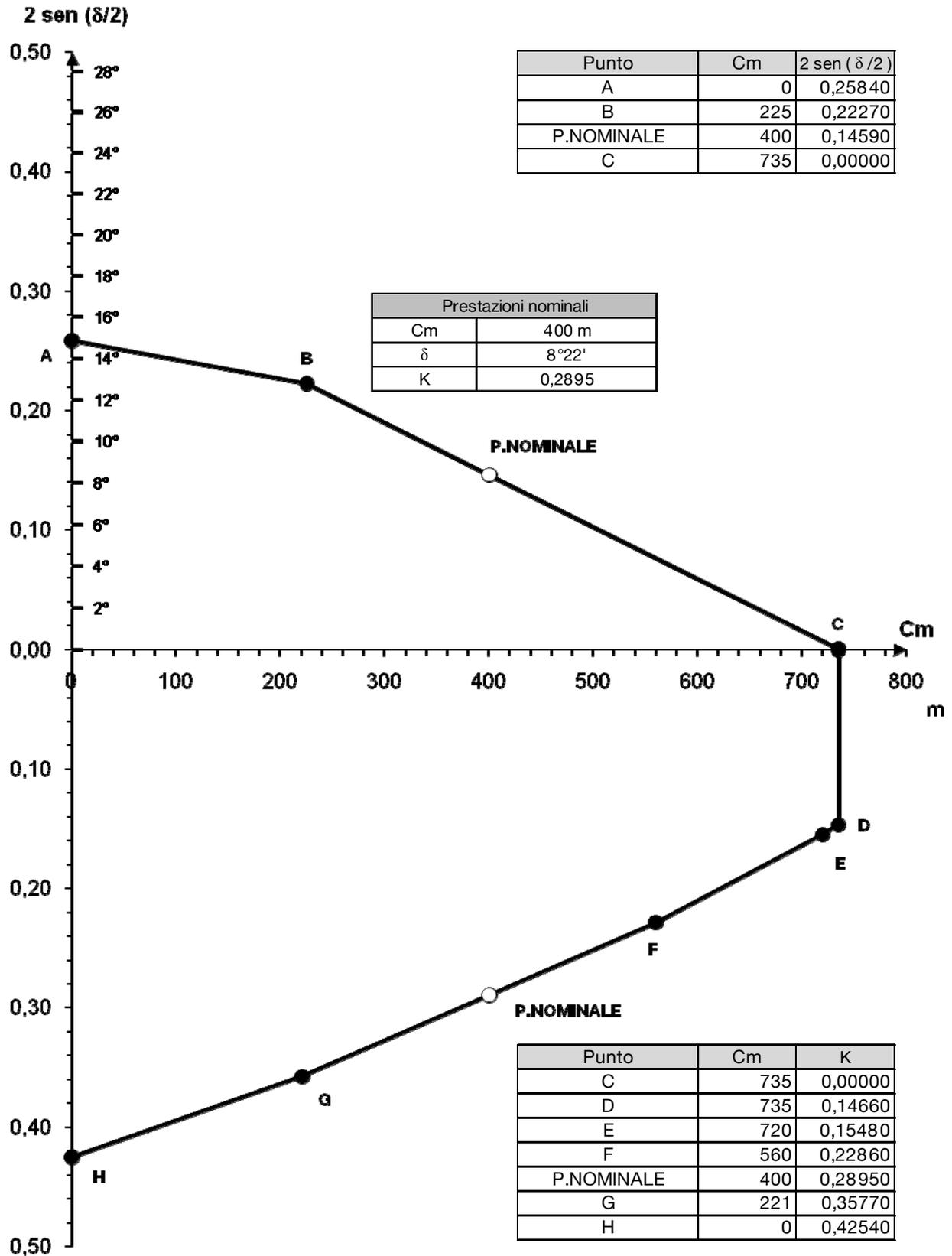
Le caratteristiche geometriche del picchetto **C_m** = campata media, **δ** = angolo di deviazione, **K** = costante altimetrica ⁽⁵⁾.



⁴ I valori fra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate tenendo conto della presenza di sfere di segnalazione per il volo a bassa quota, con diametro di 60 cm, installate sull'intera campata.

⁵ L'espressione di K è $K = \frac{h_1}{a_1} + \frac{h_2}{a_2}$ (vedi fig.1) 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, δ) 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}, δ_i, K_i) è necessario che i punti (C_{m_i}, δ_i) e (C_{m_i}, K_i) siano compresi rispettivamente nei campi di utilizzazione trasversale e verticale.

3.3 IPOTESI NORMALI ED ECCEZIONALI

Le azioni esterne per il calcolo del sostegno sono state determinate nelle condizioni **MSA** e **MSB**, sia nelle ipotesi di conduttori e corda di guardia integri (ipotesi normale), sia nelle ipotesi di rottura di conduttori e/o corde di guardia secondo quanto prescritto dalle norme (ipotesi eccezionale).

3.3.1 IPOTESI NORMALE

AZIONI TRASVERSALI E VERTICALI

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

AZIONI LONGITUDINALI

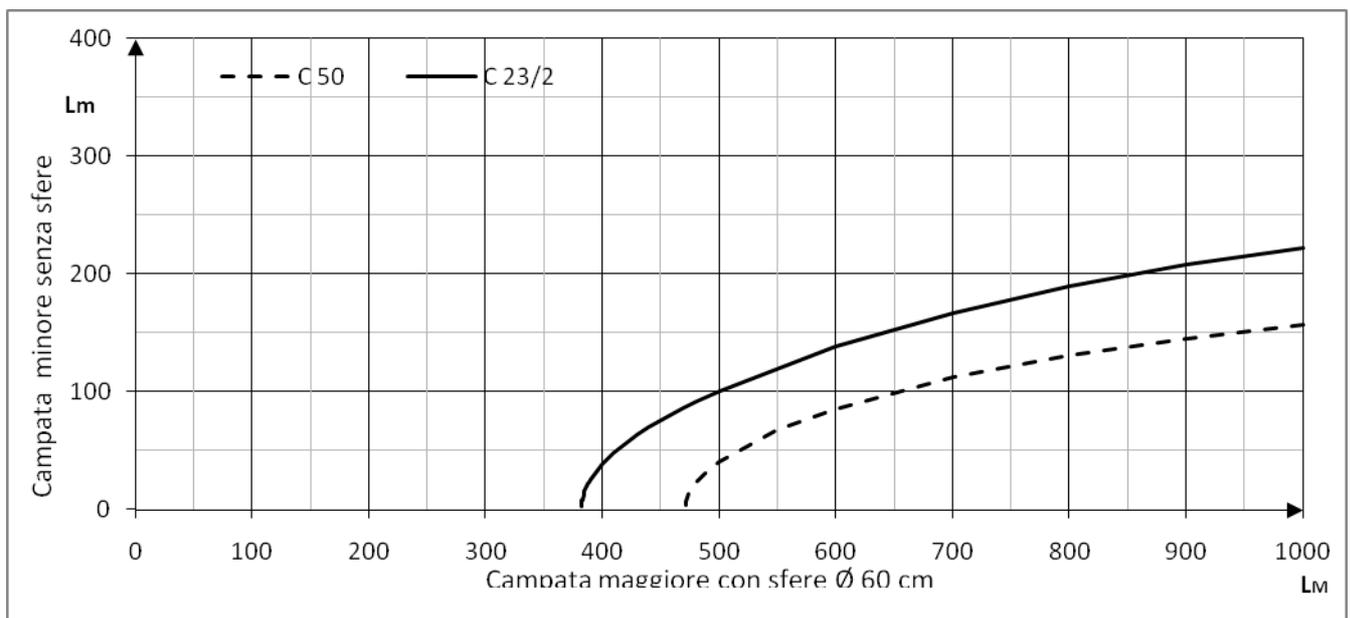
Per la corda di guardia (amarrata ad ogni sostegno) è stato considerato uno squilibrio di tiro per tenere conto della diversa lunghezza delle campate adiacenti al sostegno e di eventuali sfere di segnalazione area per il volo a bassa quota installate sulle corde di guardia con un intervallo \leq di 30 m.

Per ogni picchetto si dovrà perciò verificare mediante l'equazione del cambiamento di stato (1) che l'effettiva differenza di tiro in condizioni **MSA** e **MSB** 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 nel diagramma 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) si trova al disopra della curva la verifica è positiva poiché, lo squilibrio di tiro è minore di quello di calcolo.

Fig.3



3.3.2 IPOTESI ECCEZIONALE

AZIONI TRASVERSALI E VERTICALI

CONDUTTORI Per i conduttori i valori sono stati ottenuti moltiplicando per 5/6 le corrispondenti azioni in ipotesi normale depurate dai valori della spinta del vento t^* sulle catene di isolatori e morsetteria e del relativo peso p^* assunti costanti in entrambe le ipotesi.

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

AZIONI LONGITUDINALI

Sono state assunte pari al tiro orizzontale T_0 dei conduttori e della corda di guardia.

3.4 AZIONI ESTERNE PER IL CALCOLO DEL SOSTEGNO

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

STATO DEI CONDUTTORI	IPOTESI	CONDUTTORE ⁽⁶⁾			CORDA DI GUARDIA ⁽⁶⁾		
		C 2/1			C 50 / C 60 ⁽⁷⁾		
		T (daN)	P (daN)	L (daN)	T (daN)	P (daN)	L (daN)
MSA	NORMALE	5216	7451	0	930 (1134)	1170 (1388)	500 (1015)
		5216	0	0	930 (1134)	0	500 (1015)
	ECCEZIONALE ⁽⁸⁾	4387	6310	5200	465 (567)	585 (694)	2750 (3261)
		4387	0	5200	465 (567)	0	2750 (3261)
MSB	NORMALE	4944	10862	0	969 (1036)	1869 (2035)	800 (1190)
		4944	0	0	969 (1036)	0	800 (1190)
	ECCEZIONALE ⁽⁸⁾	4130	9152	6300	485 (518)	935 (1018)	3600 (3832)
		4130	0	6300	485 (518)	0	3600 (3832)

Mediante le relazioni (2, 3) si può verificare come tutte le terne di prestazioni geometriche (C_m , δ , K) tali che il punto (C_m , δ) 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) nelle condizioni **MSA** e **MSB** risultino inferiori o eguali a quelle considerate per il calcolo del sostegno e riportate nella tabella precedente.

N.B. Il calcolo di verifica del sostegno è stato eseguito considerando le azioni esterne del conduttore indicato e della corda di guardia \varnothing 17,9 mm (C50 / C 60) con installate le sfere di segnalazione per il volo a bassa quota del diametro di 60 cm (valori fra parentesi). Per l'impiego di tipologie di corde incorporanti fibre ottiche aventi lo stesso diametro esterno ma con caratteristiche meccaniche differenti, potrebbe essere necessario ridurre il tiro orizzontale in EDS nel caso che il tiro orizzontale T_0 in **MSA** e **MSB** risultino superiori a quelli riportati nella tabella al punto 3.1.

⁶ Per ciascuna ipotesi normale ed eccezionale viene considerato separatamente il caso in cui l'azione verticale P sia quella corrispondente alla campata gravante massima e il caso di campata gravante nulla, che per alcune aste può risultare più severa.

⁷ I valori fra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate tenendo conto della presenza di sfere di segnalazione per il volo a bassa quota, con diametro di 60 cm, installate sull'intera campata.

⁸ Rottura di uno dei conduttori su due delle tre fasi ovvero, in alternativa, rottura della corda di guardia e di un conduttore su di una fase. I valori indicati si riferiscono ovviamente alle sole fasi o corde di guardia rotte.

LINEA ELETTRICA AEREA A 380 kV SEMPLICE TERNA AD "Y"**ISOLAMENTO NORMALE**

Conduttori Ø 31,5 trinati – Zona B EDS 20%

UTILIZZAZIONE DEL SOSTEGNO "PL"**CALCOLO DELLE AZIONI ESTERNE SUL SOSTEGNO****Storia delle revisioni**

Rev. 00	del 03/06/2008	Prima emissione.
Rev. 01	del 03/06/2010	Eseguite modifiche redazionali.

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

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. B0008525 – Rev.1 del 26/03/2010**

1 CARATTERISTICHE GENERALI

Conduttore	All. Acc. \varnothing 31,5 mm (C 2/1) un fascio di tre conduttori per ciascuna fase
Corda di guardia	Acciaio \varnothing 11,5 mm (C 23/2); Acc.-Lega All.- ACS con fibre ottiche \varnothing 17,9 mm (C 50 / C 60) ⁽¹⁾
Isolatori	Vetro temperato a cappa e perno in catene di 21 elementi (passo 146mm) o di 18 elementi (passo 170 mm) nelle sospensioni semplici o doppie e di 19 elementi (passo 170 mm) negli amarri.
Tipo fondazione	Misto ferro – calcestruzzo a piedini separati.
Tipo sfera di segnalazione aerea	Diametro 60 cm; peso 5,5 Kg; passo d'installazione \leq 30 m.
Messa a terra	Secondo le norme citate.
Larghezza linea	16 m tra i conduttori esterni.

2 CONDUTTORI E CORDA DI GUARDIA

2.1 CARATTERISTICHE PRINCIPALI

		CONDUTTORE			CORDA DI GUARDIA		
		C 2/1	C 23/2	C 50 / C 60			
MATERIALE		All. Acc.	Acciaio	Acc.-Lega All.- ACS			
DIAMETRO CIRCOSCRITTO	(mm.)	31,5	11,5	17,9			
SEZIONI TEORICHE	ALLUMINIO	(mm ²)	519,50	0	118,90 (Al + Lega Al)		
	ACCIAIO	(mm ²)	65,80	78,94	57,70		
	TOTALE	(mm ²)	583,30	78,94	176,60		
MASSA UNITARIA	(Kg/m.)	1,953	0,621	0,820			
MODULO DI ELASTICITA'	(N/mm ²)	68000	175000	88000			
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE	(1/°C)	19,4 X 10 ⁻⁶	11,5 X 10 ⁻⁶	17 X 10 ⁻⁶			
CARICO DI ROTTURA	(daN.)	16852	12231	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 per il conduttore 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		
		C 2/1	C 23/2	C 50 / C 60			
TIRO ORIZZONTALE IN EDS	(daN)	3370	1113	1480			

CONDIZIONI DERIVATE

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

MSB: -20° C, vento alla velocità di 65 km/h, spessore manicotto di ghiaccio di 12 mm.

¹ I valori fra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate tenendo conto della presenza di sfere di segnalazione per il volo a bassa quota, con diametro di 60 cm, installate sull'intera campata.

In detta condizione i tiri sono ottenuti risolvendo l'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:

α = Coefficiente di dilatazione termica del conduttore o della corda di guardia

S = Sezione totale del conduttore o della corda di guardia

E = Modulo di elasticità del conduttore o della corda di guardia

L = Campata equivalente (²) della tratta nel caso di conduttore ovvero campata reale nel caso di corda di guardia

Condizione base

Θ_b = Temperatura del conduttore o della corda di guardia

p'_b = Carico risultante del conduttore o della corda di guardia per un metro lineare

T_b = Tiro orizzontale del conduttore o della corda di guardia

Condizione derivata

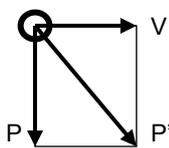
Θ_d = Temperatura del conduttore o della corda di guardia

p'_d = Carico risultante del conduttore o della corda di guardia per un metro lineare

T_d = Tiro orizzontale del conduttore o della corda di guardia

Nella tabella seguente sono riportati per il conduttore o per la corda di guardia i valori della spinta del vento, di peso e di carico risultante per metro lineare nelle condizioni **EDS – MSA – MSB**.

		CONDUTTORE			CORDA DI GUARDIA (³)		
		C 2/1	C 23/2	C 50 / C 60	C 23/2	C 50 / C 60	C 50 / C 60
CONDIZIONE EDS	V (daN/m)	0	0	0			
	P (daN/m)	1,916	0,626	0,8044			
	P' (daN/m)	1,916	0,626	0,8044			
CONDIZIONE MSA	V (daN/m)	2,225	0,8123 (1,0897)	1,2643 (1,5417)			
	P (daN/m)	1,916	0,626 (0,8058)	0,8044 (0,9842)			
	P' (daN/m)	2,936	1,0255 (1,3553)	1,4985 (1,8291)			
CONDIZIONE MSB	V (daN/m)	0,980	0,6269 (0,6962)	0,740 (0,8092)			
	P (daN/m)	3,396	1,4244 (1,6042)	1,8217 (2,0015)			
	P' (daN/m)	3,5345	1,5563 (1,7487)	1,9663 (2,1589)			



V = spinta del vento per metro di conduttore o della corda di guardia (daN/m)

P = peso per metro di conduttore o della corda di guardia (daN/m)

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

L'equazione del cambiamento di stato per la determinazione del tiro orizzontale è stata eseguita facendo variare il valore L per:

- Il conduttore in un intervallo delle campate equivalenti pari a 200 m ÷ 800 m.
- la corda di guardia in un intervallo delle campate reali pari a 100 m ÷ 1000 m.

² $L = \sqrt{\frac{\sum Li^3}{\sum Li}}$ ove le Li sono le campate reali comprese fra due successivi amari

³ I valori fra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate tenendo conto della presenza di sfere di segnalazione per il volo a bassa quota, con diametro di 60 cm, installate sull'intera campata.

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 indotte dai conduttori e dalle corde di guardia nelle due ipotesi **MSA** e **MSB**.

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

$$\text{Conduttori o Corda di guardia} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{Azione trasversale } T = n \cdot v \cdot C_m + n \cdot 2 \cdot \sin \delta / 2 \cdot T_0 + t^* \quad (2) \\ \text{Azione verticale } P = n \cdot p \cdot C_m + n \cdot K \cdot T_0 + p^* \quad (3) \end{array} \right.$$

Ove:

- n = numero dei cavi per il fascio di conduttori o della corda di guardia
- v = spinta del vento per metro di conduttore o di corda di guardia (vedi valori riportati al punto 2.2)
- P = peso per metro di conduttore o di corda di guardia (vedi valori riportati al punto 2.2)
- T₀ = tiro orizzontale nel conduttore o nella corda di guardia
- t* = spinta del vento sulle catene di isolatori e sulla morsetteria
- p* = peso delle catene di isolatori e della morsetteria

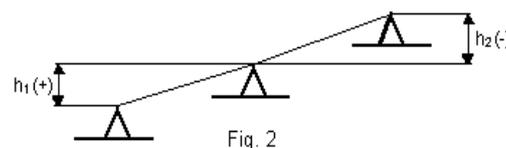
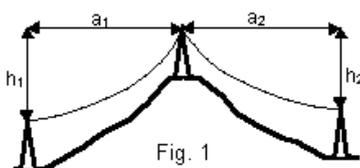
I valori di T₀ di t* e p* sono riportati nella seguente tabella:

		CONDUTTORE (n=3)			CORDA DI GUARDIA (n=1) ⁽⁴⁾	
		C 2/1	C 23/2	C 50 / C 60		
CONDIZIONE MSA	T ₀ (daN)	5200	2080 (2613)	2750 (3261)		
	t* (daN)	240	0	0		
	p* (daN)	600	0	0		
CONDIZIONE MSB	T ₀ (daN)	6300	3160 (3324)	3600 (3832)		
	t* (daN)	60	0	0		
	p* (daN)	600	0	0		

Dal confronto dei tiri orizzontali, delle spinte del vento e dei pesi delle corde di guardia nelle ipotesi **MSA** e **MSB** si evince che la corda di guardia C 50 / C 60 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 3.4) sono state determinati con la corda di guardia C 50 / C 60. L'utilizzo di altre corde di guardia diverse da C 50 / C60 obbliga il Progettista a realizzare le necessarie verifiche strutturali e a descriverne il diagramma d'impiego (fig.3).

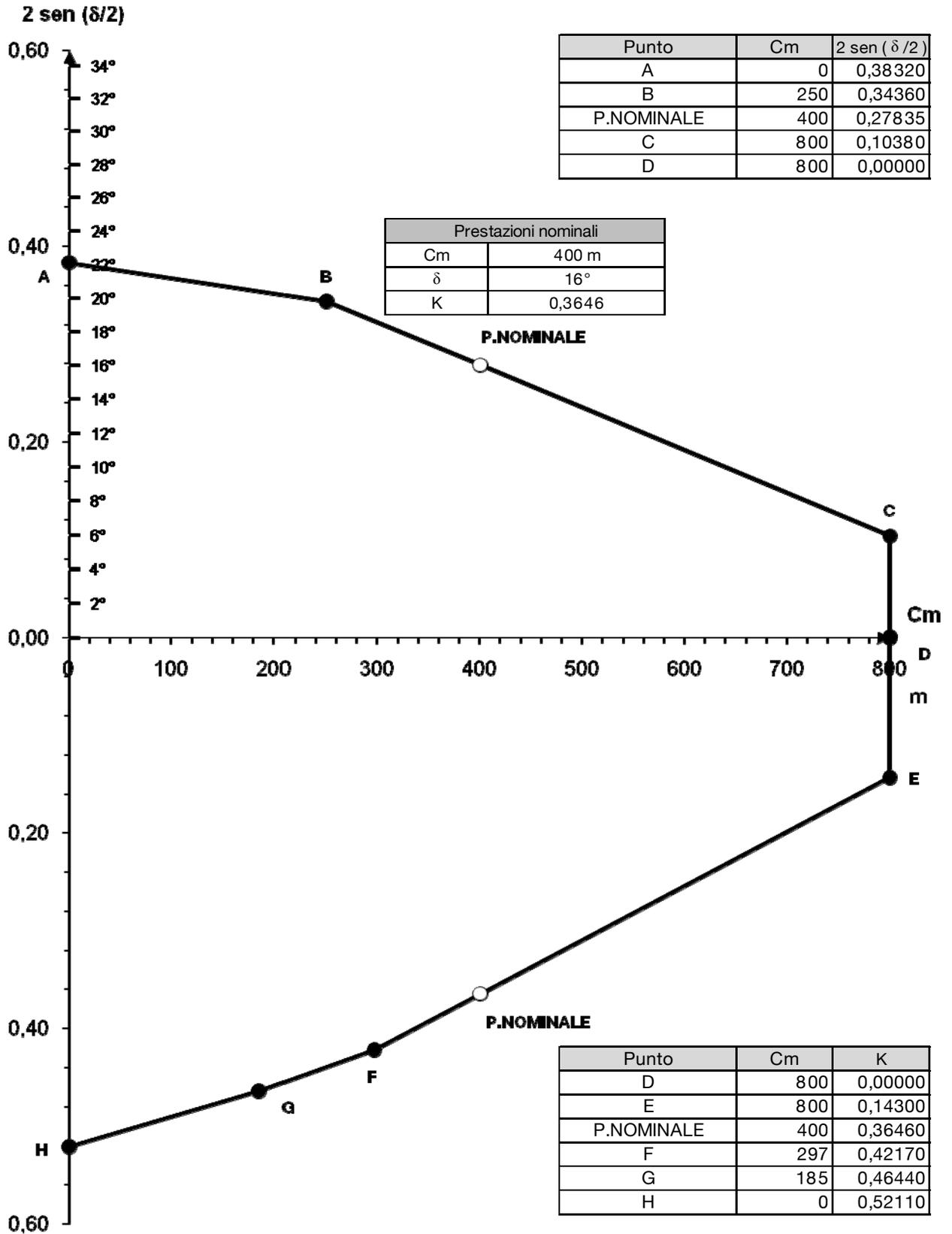
Le caratteristiche geometriche del picchetto **Cm** = campata media, **δ** = angolo di deviazione, **K** = costante altimetrica ⁽⁵⁾.



⁴ I valori fra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate calcolate tenendo conto della presenza di sfere di segnalazione per il volo a bassa quota, con diametro di 60 cm, installate sull'intera campata.

⁵ L'espressione di K è $K = \frac{h_1}{a_1} + \frac{h_2}{a_2}$ (vedi fig.1) ove la campata "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, δ) 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}, δ_i, K_i) è necessario che i punti (C_{m_i}, δ_i) e (C_{m_i}, K_i) siano compresi rispettivamente nei campi di utilizzazione trasversale e verticale.

3.3 IPOTESI NORMALI ED ECCEZIONALI

Le azioni esterne per il calcolo del sostegno sono state determinate nelle condizioni **MSA** e **MSB**, sia nelle ipotesi di conduttori e corda di guardia integri (ipotesi normale), sia nelle ipotesi di rottura di conduttori e/o corde di guardia secondo quanto prescritto dalle norme (ipotesi eccezionale).

3.3.1 IPOTESI NORMALE

AZIONI TRASVERSALI E VERTICALI

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

AZIONI LONGITUDINALI

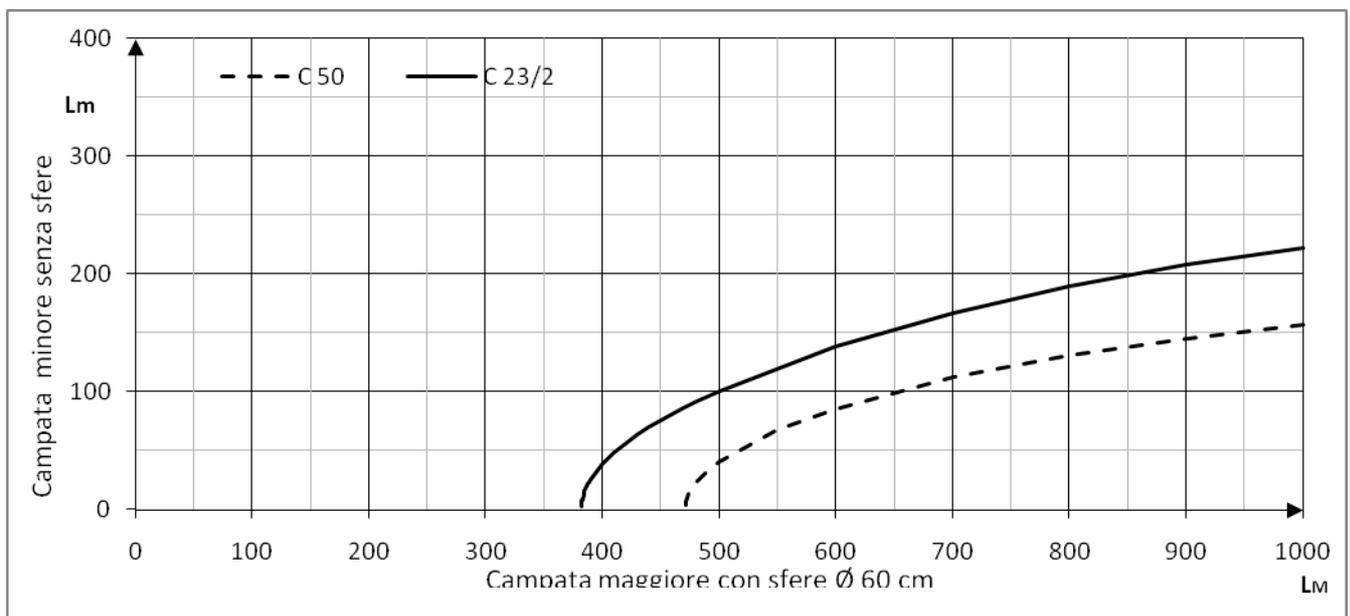
Per la corda di guardia (amarrata ad ogni sostegno) è stato considerato uno squilibrio di tiro per tenere conto della diversa lunghezza delle campate adiacenti al sostegno e di eventuali sfere di segnalazione area per il volo a bassa quota installate sulle corde di guardia con un intervallo \leq di 30 m.

Per ogni picchetto si dovrà perciò verificare mediante l'equazione del cambiamento di stato (1) che l'effettiva differenza di tiro in condizioni **MSA** e **MSB** 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 nel diagramma 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) si trova al disopra della curva la verifica è positiva poiché, lo squilibrio di tiro è minore di quello di calcolo.

Fig.3



3.3.2 IPOTESI ECCEZIONALE

AZIONI TRASVERSALI E VERTICALI

CONDUTTORI Per i conduttori i valori sono stati ottenuti moltiplicando per 5/6 le corrispondenti azioni in ipotesi normale depurate dai valori della spinta del vento t^* sulle catene di isolatori e morsetteria e del relativo peso p^* assunti costanti in entrambe le ipotesi.

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

AZIONI LONGITUDINALI

Sono state assunte pari al tiro orizzontale T_0 dei conduttori e della corda di guardia.

3.4 AZIONI ESTERNE PER IL CALCOLO DEL SOSTEGNO

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

STATO DEI CONDUTTORI	IPOTESI	CONDUTTORE ⁽⁶⁾			CORDA DI GUARDIA ⁽⁶⁾		
		C 2/1			C 50 / C 60 ⁽⁷⁾		
		T (daN)	P (daN)	L (daN)	T (daN)	P (daN)	L (daN)
MSA	NORMALE	7269	8908	0	1297 (1572)	1434 (1700)	500 (1015)
		7269	0	0	1297 (1572)	0	500 (1015)
	ECCEZIONALE ⁽⁸⁾	6098	7524	5200	649 (786)	717 (850)	2750 (3261)
		6098	0	5200	649 (786)	0	2750 (3261)
MSB	NORMALE	7303	11596	0	1422 (1519)	2060 (2211)	800 (1190)
		7303	0	0	1422 (1519)	0	800 (1190)
	ECCEZIONALE ⁽⁸⁾	6096	9764	6300	711 (760)	1030 (1106)	3600 (3832)
		6096	0	6300	711 (760)	0	3600 (3832)

Mediante le relazioni (2, 3) si può verificare come tutte le terne di prestazioni geometriche (C_m , δ , K) tali che il punto (C_m , δ) 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) nelle condizioni **MSA** e **MSB** risultino inferiori o eguali a quelle considerate per il calcolo del sostegno e riportate nella tabella precedente.

N.B. Il calcolo di verifica del sostegno è stato eseguito considerando le azioni esterne del conduttore indicato e della corda di guardia \varnothing 17,9 mm (C50 / C60) con installate le sfere di segnalazione per il volo a bassa quota del diametro di 60 cm (valori fra parentesi). Per l'impiego di tipologie di corde incorporanti fibre ottiche aventi lo stesso diametro esterno ma con caratteristiche meccaniche differenti, potrebbe essere necessario ridurre il tiro orizzontale in EDS nel caso che il tiro orizzontale T_0 in **MSA** e **MSB** risultino superiori a quelli riportati nella tabella al punto 3.1.

⁶ Per ciascuna ipotesi normale ed eccezionale viene considerato separatamente il caso in cui l'azione verticale P sia quella corrispondente alla campata gravante massima e il caso di campata gravante nulla, che per alcune aste può risultare più severa.

⁷ I valori fra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate tenendo conto della presenza di sfere di segnalazione per il volo a bassa quota, con diametro di 60 cm, installate sull'intera campata.

⁸ Rottura di uno dei conduttori su due delle tre fasi ovvero, in alternativa, rottura della corda di guardia e di un conduttore su di una fase. I valori indicati si riferiscono ovviamente alle sole fasi o corde di guardia rotte.

LINEA ELETTRICA AEREA A 380 kV SEMPLICE TERNA AD "Y"**ISOLAMENTO NORMALE**

Conduttori Ø 31,5 trinati – Zona B EDS 20%

UTILIZZAZIONE DEL SOSTEGNO "PV"**CALCOLO DELLE AZIONI ESTERNE SUL SOSTEGNO****Storia delle revisioni**

Rev. 00	del 03/06/2008	Prima emissione.
Rev. 01	del 03/06/2010	Eseguite modifiche redazionali.

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

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. B0008525 – Rev.1 del 26/03/2010**

1 CARATTERISTICHE GENERALI

Conduttore	All. Acc. \varnothing 31,5 mm (C 2/1) un fascio di tre conduttori per ciascuna fase
Corda di guardia	Acciaio \varnothing 11,5 mm (C 23/2); Acc.-Lega All.- ACS con fibre ottiche \varnothing 17,9 mm (C 50 / C 60) ⁽¹⁾
Isolatori	Vetro temperato a cappa e perno in catene di 21 elementi (passo 146mm) o di 18 elementi (passo 170 mm) nelle sospensioni semplici o doppie e di 19 elementi (passo 170 mm) negli amarri.
Tipo fondazione	Misto ferro – calcestruzzo a piedini separati.
Tipo sfera di segnalazione aerea	Diametro 60 cm; peso 5,5 Kg; passo d'installazione \leq 30 m.
Messa a terra	Secondo le norme citate.
Larghezza linea	16 m tra i conduttori esterni.

2 CONDUTTORI E CORDA DI GUARDIA

2.1 CARATTERISTICHE PRINCIPALI

		CONDUTTORE			CORDA DI GUARDIA		
		C 2/1	C 23/2	C 50 / C 60	C 23/2	C 50 / C 60	C 50 / C 60
MATERIALE		All. Acc.	Acciaio	Acc.-Lega All.- ACS			
DIAMETRO CIRCOSCRITTO (mm.)		31,5	11,5	17,9			
SEZIONI TEORICHE	ALLUMINIO (mm ²)	519,50	0	118,90 (Al + Lega Al)			
	ACCIAIO (mm ²)	65,80	78,94	57,70			
	TOTALE (mm ²)	583,30	78,94	176,60			
MASSA UNITARIA (Kg/m.)		1,953	0,621	0,820			
MODULO DI ELASTICITA' (N/mm ²)		68000	175000	88000			
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE (1/°C)		19,4 X 10 ⁻⁶	11,5 X 10 ⁻⁶	17 X 10 ⁻⁶			
CARICO DI ROTTURA (daN.)		16852	12231	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 per il conduttore 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		
		C 2/1	C 23/2	C 50 / C 60	C 23/2	C 50 / C 60	C 50 / C 60
TIRO ORIZZONTALE IN EDS (daN)		3370	1113	1480			

CONDIZIONI DERIVATE

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

MSB: -20° C, vento alla velocità di 65 km/h, spessore manicotto di ghiaccio di 12 mm.

¹ I valori fra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate tenendo conto della presenza di sfere di segnalazione per il volo a bassa quota, con diametro di 60 cm, installate sull'intera campata.

In detta condizione i tiri sono ottenuti risolvendo l'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:

α = Coefficiente di dilatazione termica del conduttore o della corda di guardia

S = Sezione totale del conduttore o della corda di guardia

E = Modulo di elasticità del conduttore o della corda di guardia

L = Campata equivalente (²) della tratta nel caso di conduttore ovvero campata reale nel caso di corda di guardia

Condizione base

Θ_b = Temperatura del conduttore o della corda di guardia

p'_b = Carico risultante del conduttore o della corda di guardia per un metro lineare

T_b = Tiro orizzontale del conduttore o della corda di guardia

Condizione derivata

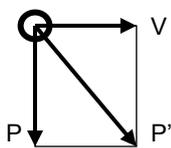
Θ_d = Temperatura del conduttore o della corda di guardia

p'_d = Carico risultante del conduttore o della corda di guardia per un metro lineare

T_d = Tiro orizzontale del conduttore o della corda di guardia

Nella tabella seguente sono riportati per il conduttore o per la corda di guardia i valori della spinta del vento, di peso e di carico risultante per metro lineare nelle condizioni **EDS – MSA – MSB**.

		CONDUTTORE			CORDA DI GUARDIA (³)		
		C 2/1	C 23/2	C 50 / C 60	C 23/2	C 50 / C 60	C 50 / C 60
CONDIZIONE EDS	V (daN/m)	0	0	0			
	P (daN/m)	1,916	0,626	0,8044			
	P' (daN/m)	1,916	0,626	0,8044			
CONDIZIONE MSA	V (daN/m)	2,225	0,8123 (1,0897)	1,2643 (1,5417)			
	P (daN/m)	1,916	0,626 (0,8058)	0,8044 (0,9842)			
	P' (daN/m)	2,936	1,0255 (1,3553)	1,4985 (1,8291)			
CONDIZIONE MSB	V (daN/m)	0,980	0,6269 (0,6962)	0,740 (0,8092)			
	P (daN/m)	3,396	1,4244 (1,6042)	1,8217 (2,0015)			
	P' (daN/m)	3,5345	1,5563 (1,7487)	1,9663 (2,1589)			



V = spinta del vento per metro di conduttore o della corda di guardia (daN/m)

P = peso per metro di conduttore o della corda di guardia (daN/m)

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

L'equazione del cambiamento di stato per la determinazione del tiro orizzontale è stata eseguita facendo variare il valore L per:

- Il conduttore in un intervallo delle campate equivalenti pari a 200 m ÷ 800 m.
- la corda di guardia in un intervallo delle campate reali pari a 100 m ÷ 1000 m.

² $L = \sqrt{\frac{\sum Li^3}{\sum Li}}$ ove le Li sono le campate reali comprese fra due successivi amari

³ I valori fra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate tenendo conto della presenza di sfere di segnalazione per il volo a bassa quota, con diametro di 60 cm, installate sull'intera campata.

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 indotte dai conduttori e dalle corde di guardia nelle due ipotesi **MSA** e **MSB**.

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

$$\text{Conduttori o Corda di guardia} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{Azione trasversale } T = n \cdot v \cdot C_m + n \cdot 2 \cdot \sin \delta / 2 \cdot T_0 + t^* \quad (2) \\ \text{Azione verticale } P = n \cdot p \cdot C_m + n \cdot K \cdot T_0 + p^* \quad (3) \end{array} \right.$$

Ove:

- n = numero dei cavi per il fascio di conduttori o della corda di guardia
- v = spinta del vento per metro di conduttore o di corda di guardia (vedi valori riportati al punto 2.2)
- P = peso per metro di conduttore o di corda di guardia (vedi valori riportati al punto 2.2)
- T₀ = tiro orizzontale nel conduttore o nella corda di guardia
- t* = spinta del vento sulle catene di isolatori e sulla morsetteria
- p* = peso delle catene di isolatori e della morsetteria

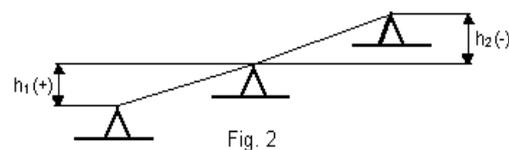
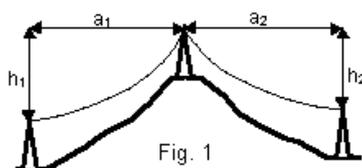
I valori di T₀ di t* e p* sono riportati nella seguente tabella:

		CONDUTTORE (n=3)			CORDA DI GUARDIA (n=1) ⁽⁴⁾	
		C 2/1	C 23/2	C 50 / C 60	C 23/2	C 50 / C 60
CONDIZIONE MSA	T ₀ (daN)	5200	2080 (2613)	2750 (3261)		
	t* (daN)	240	0	0		
	p* (daN)	600	0	0		
CONDIZIONE MSB	T ₀ (daN)	6300	3160 (3324)	3600 (3832)		
	t* (daN)	60	0	0		
	p* (daN)	600	0	0		

Dal confronto dei tiri orizzontali, delle spinte del vento e dei pesi delle corde di guardia nelle ipotesi **MSA** e **MSB** si evince che la corda di guardia C 50 / C 60 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 3.4) sono state determinati con la corda di guardia C 50 / C 60. L'utilizzo di altre corde di guardia diverse da C 50 / C 60 obbliga il Progettista a realizzare le necessarie verifiche strutturali e a descriverne il diagramma d'impiego (fig.3).

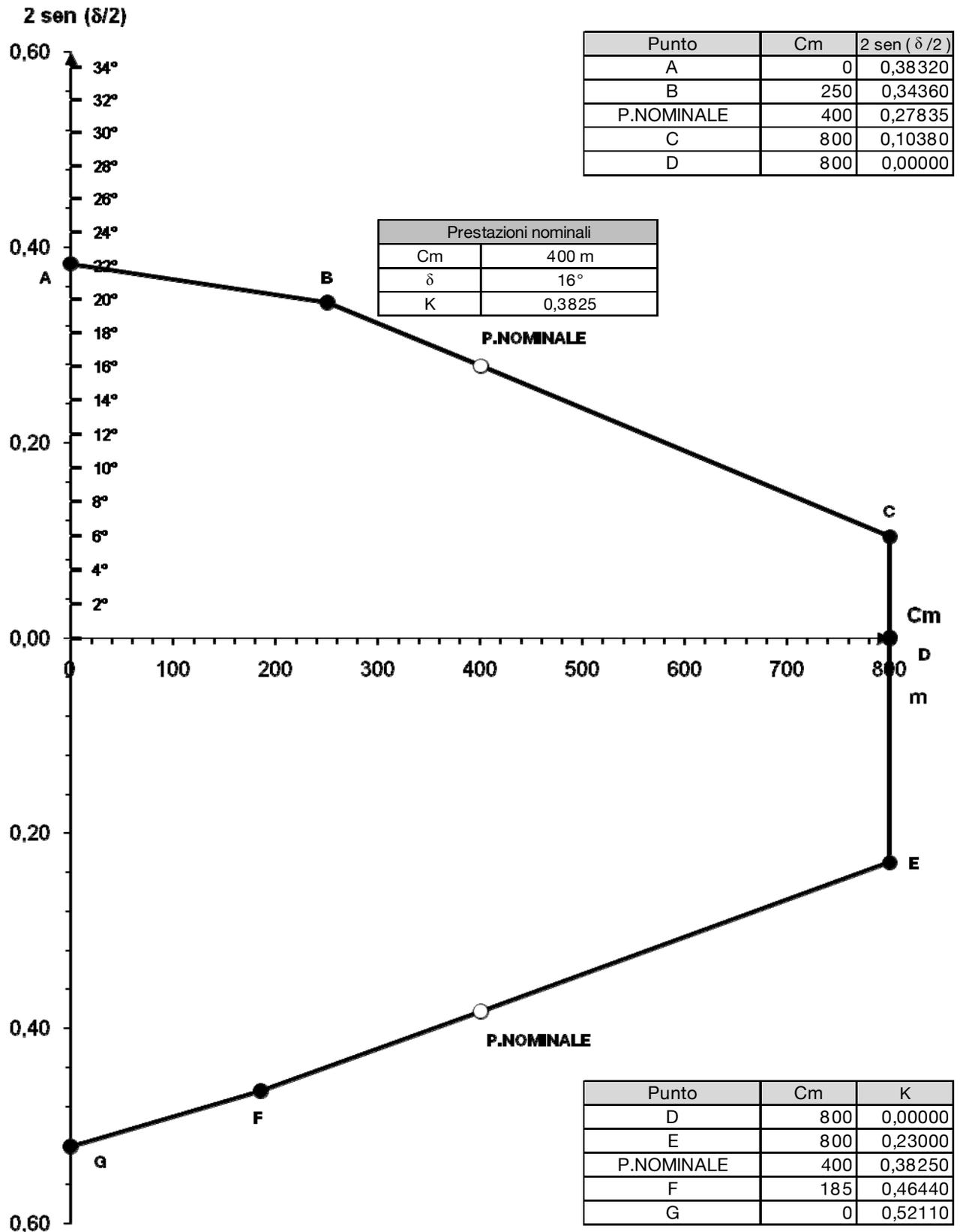
Le caratteristiche geometriche del picchetto **C_m** = campata media, **δ** = angolo di deviazione, **K** = costante altimetrica ⁽⁵⁾.



⁴ I valori fra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate calcolate tenendo conto della presenza di sfere di segnalazione per il volo a bassa quota, con diametro di 60 cm, installate sull'intera campata.

⁵ L'espressione di K è $K = \frac{h_1}{a_1} + \frac{h_2}{a_2}$ (vedi fig.1) 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:

- Nel piano (C_m, δ) un insieme di punti ai quali corrisponde un'azione trasversale complessiva non superiore a quella di calcolo del sostegno (campo di utilizzazione trasversale).
- 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}, δ_i, K_i) è necessario che i punti (C_{m_i}, δ_i) e (C_{m_i}, K_i) siano compresi rispettivamente nei campi di utilizzazione trasversale e verticale.

3.3 IPOTESI NORMALI ED ECCEZIONALI

Le azioni esterne per il calcolo del sostegno sono state determinate nelle condizioni **MSA** e **MSB**, sia nelle ipotesi di conduttori e corda di guardia integri (ipotesi normale), sia nelle ipotesi di rottura di conduttori e/o corde di guardia secondo quanto prescritto dalle norme (ipotesi eccezionale).

3.3.1 IPOTESI NORMALE

AZIONI TRASVERSALI E VERTICALI

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

AZIONI LONGITUDINALI

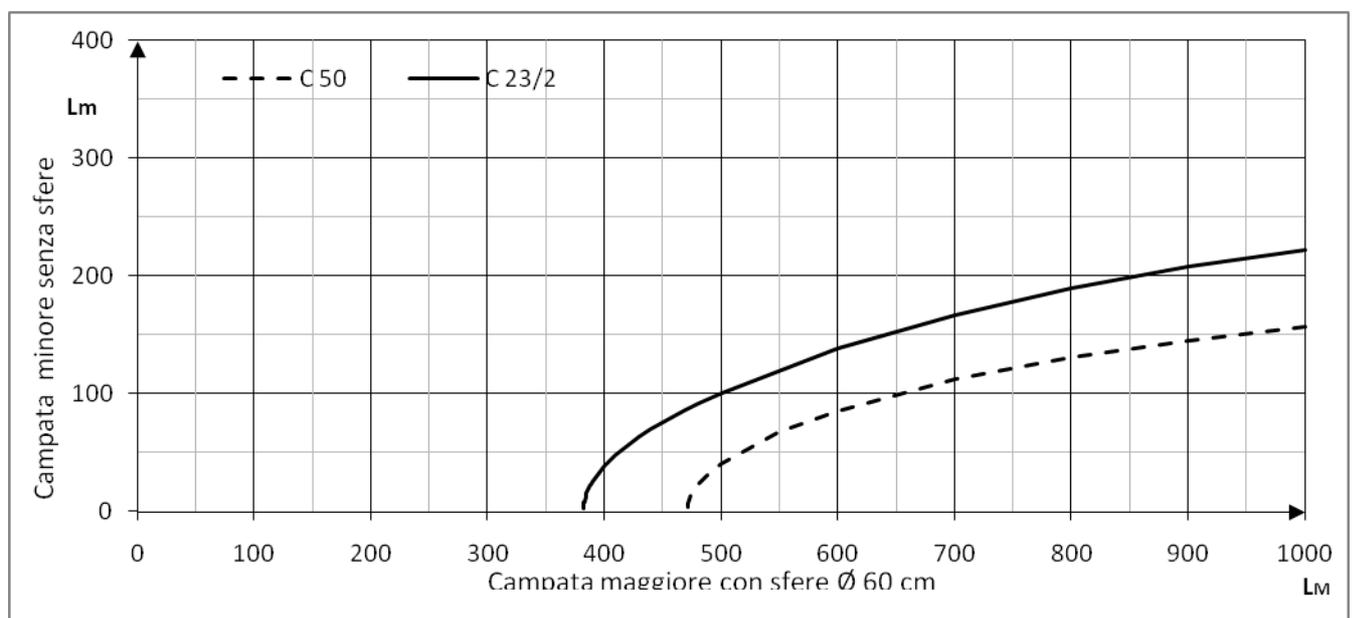
Per la corda di guardia (amarrata ad ogni sostegno) è stato considerato uno squilibrio di tiro per tenere conto della diversa lunghezza delle campate adiacenti al sostegno e di eventuali sfere di segnalazione area per il volo a bassa quota installate sulle corde di guardia con un intervallo \leq di 30 m.

Per ogni picchetto si dovrà perciò verificare mediante l'equazione del cambiamento di stato (1) che l'effettiva differenza di tiro in condizioni **MSA** e **MSB** 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 nel diagramma 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) si trova al disopra della curva la verifica è positiva poiché, lo squilibrio di tiro è minore di quello di calcolo.

Fig.3



3.3.2 IPOTESI ECCEZIONALE

AZIONI TRASVERSALI E VERTICALI

CONDUTTORI Per i conduttori i valori sono stati ottenuti moltiplicando per 5/6 le corrispondenti azioni in ipotesi normale depurate dai valori della spinta del vento t^* sulle catene di isolatori e morsetteria e del relativo peso p^* assunti costanti in entrambe le ipotesi.

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

AZIONI LONGITUDINALI

Sono state assunte pari al tiro orizzontale T_0 dei conduttori e della corda di guardia.

3.4 AZIONI ESTERNE PER IL CALCOLO DEL SOSTEGNO

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

STATO DEI CONDUTTORI	IPOTESI	CONDUTTORE ⁽⁶⁾			CORDA DI GUARDIA ⁽⁶⁾		
		C 2/1			C 50 / C 60 ⁽⁷⁾		
		T (daN)	P (daN)	L (daN)	T (daN)	P (daN)	L (daN)
MSA	NORMALE	7269	8908	0	1297 (1572)	1434 (1700)	500 (1015)
		7269	0	0	1297 (1572)	0	500 (1015)
	ECCEZIONALE ⁽⁸⁾	6098	7524	5200	649 (786)	717 (850)	2750 (3261)
		6098	0	5200	649 (786)	0	2750 (3261)
MSB	NORMALE	7303	13098	0	1422 (1519)	2286 (2483)	800 (1190)
		7303	0	0	1422 (1519)	0	800 (1190)
	ECCEZIONALE ⁽⁸⁾	6096	11015	6300	711 (760)	1143 (1242)	3600 (3832)
		6096	0	6300	711 (760)	0	3600 (3832)

Mediante le relazioni (2, 3) si può verificare come tutte le terne di prestazioni geometriche (C_m , δ , K) tali che il punto (C_m , δ) 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) nelle condizioni **MSA** e **MSB** risultino inferiori o eguali a quelle considerate per il calcolo del sostegno e riportate nella tabella precedente.

N.B. Il calcolo di verifica del sostegno è stato eseguito considerando le azioni esterne del conduttore indicato e della corda di guardia \varnothing 17,9 mm (C50 / C 60) con installate le sfere di segnalazione per il volo a bassa quota del diametro di 60 cm (valori fra parentesi). Per l'impiego di tipologie di corde incorporanti fibre ottiche aventi lo stesso diametro esterno ma con caratteristiche meccaniche differenti, potrebbe essere necessario ridurre il tiro orizzontale in EDS nel caso che il tiro orizzontale T_0 in **MSA** e **MSB** risultino superiori a quelli riportati nella tabella al punto 3.1.

⁶ Per ciascuna ipotesi normale ed eccezionale viene considerato separatamente il caso in cui l'azione verticale P sia quella corrispondente alla campata gravante massima e il caso di campata gravante nulla, che per alcune aste può risultare più severa.

⁷ I valori fra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate tenendo conto della presenza di sfere di segnalazione per il volo a bassa quota, con diametro di 60 cm, installate sull'intera campata.

⁸ Rottura di uno dei conduttori su due delle tre fasi ovvero, in alternativa, rottura della corda di guardia e di un conduttore su di una fase. I valori indicati si riferiscono ovviamente alle sole fasi o corde di guardia rotte.

LINEA ELETTRICA AEREA A 380 kV SEMPLICE TERNA AD "Y"**ISOLAMENTO NORMALE**

Conduttori Ø 31,5 trinati – Zona B EDS 20%

UTILIZZAZIONE DEL SOSTEGNO "VA"**CALCOLO DELLE AZIONI ESTERNE SUL SOSTEGNO****Storia delle revisioni**

Rev. 00	del 03/06/2008	Prima emissione.
Rev. 01	del 03/06/2010	Eseguite modifiche redazionali.

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

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. B0006842 – Rev.1 del 11/03/2010**

1 CARATTERISTICHE GENERALI

Conduttore	All. Acc. \varnothing 31,5 mm (C 2/1) un fascio di tre conduttori per ciascuna fase
Corda di guardia	Acciaio \varnothing 11,5 mm (C 23/2); Acc.-Lega All.- ACS con fibre ottiche \varnothing 17,9 mm (C 50 / C 60) ⁽¹⁾
Isolatori	Vetro temperato a cappa e perno in catene di 21 elementi (passo 146mm) o di 18 elementi (passo 170 mm) nelle sospensioni semplici o doppie e di 19 elementi (passo 170 mm) negli amarri.
Tipo fondazione	Misto ferro – calcestruzzo a piedini separati.
Tipo sfera di segnalazione aerea	Diametro 60 cm; peso 5,5 Kg; passo d'installazione \leq 30 m.
Messa a terra	Secondo le norme citate.
Larghezza linea	16 m tra i conduttori esterni.

2 CONDUTTORI E CORDA DI GUARDIA

2.1 CARATTERISTICHE PRINCIPALI

		CONDUTTORE			CORDA DI GUARDIA					
		C 2/1			C 23/2			C 50 / C 60		
MATERIALE		All. Acc.			Acciaio			Acc.-Lega All.- ACS		
DIAMETRO CIRCOSCRITTO (mm.)		31,5			11,5			17,9		
SEZIONI TEORICHE	ALLUMINIO (mm ²)	519,50			0			118,90 (Al + Lega Al)		
	ACCIAIO (mm ²)	65,80			78,94			57,70		
	TOTALE (mm ²)	583,30			78,94			176,60		
MASSA UNITARIA (Kg/m.)		1,953			0,621			0,820		
MODULO DI ELASTICITA' (N/mm ²)		68000			175000			88000		
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE (1/°C)		19,4 X 10 ⁻⁶			11,5 X 10 ⁻⁶			17 X 10 ⁻⁶		
CARICO DI ROTTURA (daN.)		16852			12231			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 per il conduttore 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					
		C 2/1			C 23/2			C 50 / C 60		
TIRO ORIZZONTALE IN EDS (daN)		3370			1113			1480		

CONDIZIONI DERIVATE

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

MSB: -20° C, vento alla velocità di 65 km/h, spessore manicotto di ghiaccio di 12 mm.

¹ I valori fra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate calcolate tenendo conto della presenza di sfere di segnalazione per il volo a bassa quota, con diametro di 60 cm, installate sull'intera campata.

In detta condizione i tiri sono ottenuti risolvendo l'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:

α = Coefficiente di dilatazione termica del conduttore o della corda di guardia

S = Sezione totale del conduttore o della corda di guardia

E = Modulo di elasticità del conduttore o della corda di guardia

L = Campata equivalente (²) della tratta nel caso di conduttore ovvero campata reale nel caso di corda di guardia

Condizione base

Θ_b = Temperatura del conduttore o della corda di guardia

p'_b = Carico risultante del conduttore o della corda di guardia per un metro lineare

T_b = Tiro orizzontale del conduttore o della corda di guardia

Condizione derivata

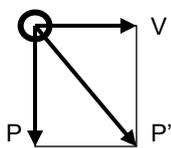
Θ_d = Temperatura del conduttore o della corda di guardia

p'_d = Carico risultante del conduttore o della corda di guardia per un metro lineare

T_d = Tiro orizzontale del conduttore o della corda di guardia

Nella tabella seguente sono riportati per il conduttore o per la corda di guardia i valori della spinta del vento, di peso e di carico risultante per metro lineare nelle condizioni **EDS – MSA – MSB**.

		CONDUTTORE			CORDA DI GUARDIA (³)		
		C 2/1	C 23/2	C 50 / C 60	C 23/2	C 50 / C 60	C 50 / C 60
CONDIZIONE EDS	V (daN/m)	0	0	0			
	P (daN/m)	1,916	0,626	0,8044			
	P' (daN/m)	1,916	0,626	0,8044			
CONDIZIONE MSA	V (daN/m)	2,225	0,8123 (1,0897)	1,2643 (1,5417)			
	P (daN/m)	1,916	0,626 (0,8058)	0,8044 (0,9842)			
	P' (daN/m)	2,936	1,0255 (1,3553)	1,4985 (1,8291)			
CONDIZIONE MSB	V (daN/m)	0,980	0,6269 (0,6962)	0,740 (0,8092)			
	P (daN/m)	3,396	1,4244 (1,6042)	1,8217 (2,0015)			
	P' (daN/m)	3,5345	1,5563 (1,7487)	1,9663 (2,1589)			



V = spinta del vento per metro di conduttore o della corda di guardia (daN/m)

P = peso per metro di conduttore o della corda di guardia (daN/m)

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

L'equazione del cambiamento di stato per la determinazione del tiro orizzontale è stata eseguita facendo variare il valore L per:

- Il conduttore in un intervallo delle campate equivalenti pari a 200 m ÷ 800 m.
- la corda di guardia in un intervallo delle campate reali pari a 100 m ÷ 1000 m.

² $L = \sqrt{\frac{\sum Li^3}{\sum Li}}$ ove le Li sono le campate reali comprese fra due successivi amari

³ I valori fra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate calcolate tenendo conto della presenza di sfere di segnalazione per il volo a bassa quota, con diametro di 60 cm, installate sull'intera campata.

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 indotte dai conduttori e dalle corde di guardia nelle due ipotesi **MSA** e **MSB**.

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

$$\text{Conduttori o Corda di guardia} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{Azione trasversale } T = n \cdot v \cdot C_m + n \cdot 2 \cdot \sin \delta / 2 \cdot T_0 + t^* \quad (2) \\ \text{Azione verticale } P = n \cdot p \cdot C_m + n \cdot K \cdot T_0 + p^* \quad (3) \end{array} \right.$$

Ove:

- n = numero dei cavi per il fascio di conduttori o della corda di guardia
- v = spinta del vento per metro di conduttore o di corda di guardia (vedi valori riportati al punto 2.2)
- P = peso per metro di conduttore o di corda di guardia (vedi valori riportati al punto 2.2)
- T₀ = tiro orizzontale nel conduttore o nella corda di guardia
- t* = spinta del vento sulle catene di isolatori e sulla morsetteria
- p* = peso delle catene di isolatori e della morsetteria

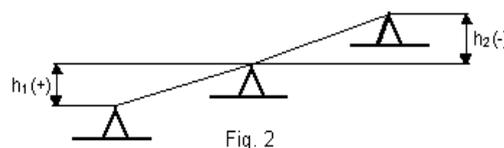
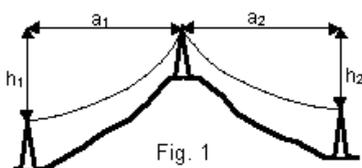
I valori di T₀ di t* e p* sono riportati nella seguente tabella:

		CONDUTTORE (n=3)			CORDA DI GUARDIA (n=1) ⁽⁴⁾	
		C 2/1	C 23/2	C 50 / C 60	C 23/2	C 50 / C 60
CONDIZIONE MSA	T ₀ (daN)	5200	2080 (2613)	2750 (3261)		
	t* (daN)	400	0	0		
	p* (daN)	850	0	0		
CONDIZIONE MSB	T ₀ (daN)	6300	3160 (3324)	3600 (3832)		
	t* (daN)	100	0	0		
	p* (daN)	850	0	0		

Dal confronto dei tiri orizzontali, delle spinte del vento e dei pesi delle corde di guardia nelle ipotesi **MSA** e **MSB** si evince che la corda di guardia C 50 / C 60 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 3.4) sono state determinati con la corda di guardia C 50 / C 60. L'utilizzo di altre corde di guardia diverse dalla C 50 / C 60 obbliga il Progettista a realizzare le necessarie verifiche strutturali e a descriverne il diagramma d'impiego (fig.3).

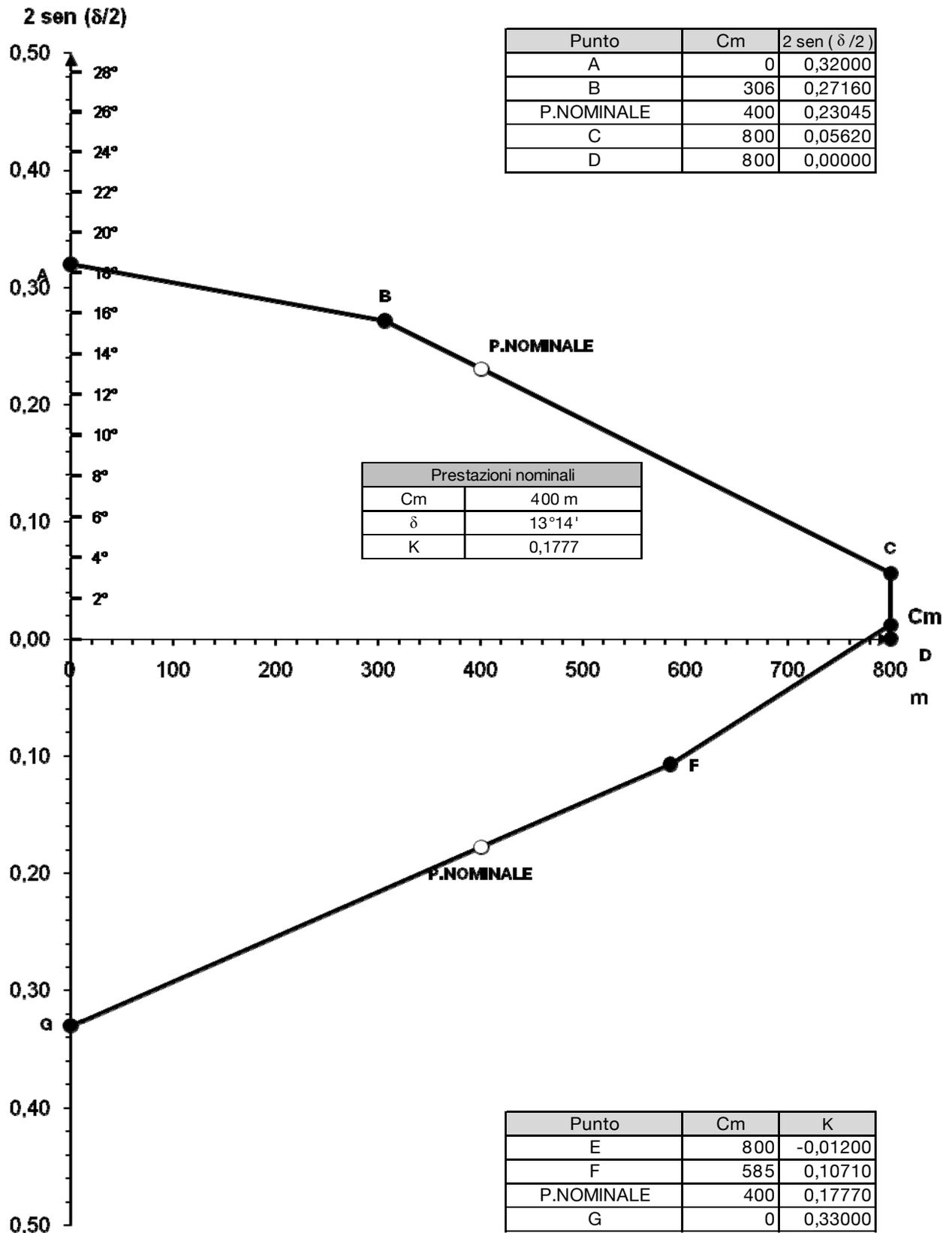
Le caratteristiche geometriche del picchetto **C_m** = campata media, **δ** = angolo di deviazione, **K** = costante altimetrica ⁽⁵⁾.



⁴ I valori fra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate calcolate tenendo conto della presenza di sfere di segnalazione per il volo a bassa quota, con diametro di 60 cm, installate sull'intera campata.

⁵ L'espressione di K è $K = \frac{h_1}{a_1} + \frac{h_2}{a_2}$ (vedi fig.1) 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, δ) 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}, δ_i, K_i) è necessario che i punti (C_{m_i}, δ_i) e (C_{m_i}, K_i) siano compresi rispettivamente nei campi di utilizzazione trasversale e verticale.

3.3 IPOTESI NORMALI ED ECCEZIONALI

Le azioni esterne per il calcolo del sostegno sono state determinate nelle condizioni **MSA** e **MSB**, sia nelle ipotesi di conduttori e corda di guardia integri (ipotesi normale), sia nelle ipotesi di rottura di conduttori e/o corde di guardia secondo quanto prescritto dalle norme (ipotesi eccezionale).

3.3.1 IPOTESI NORMALE

AZIONI TRASVERSALI E VERTICALI

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

AZIONI LONGITUDINALI

Corda di guardia

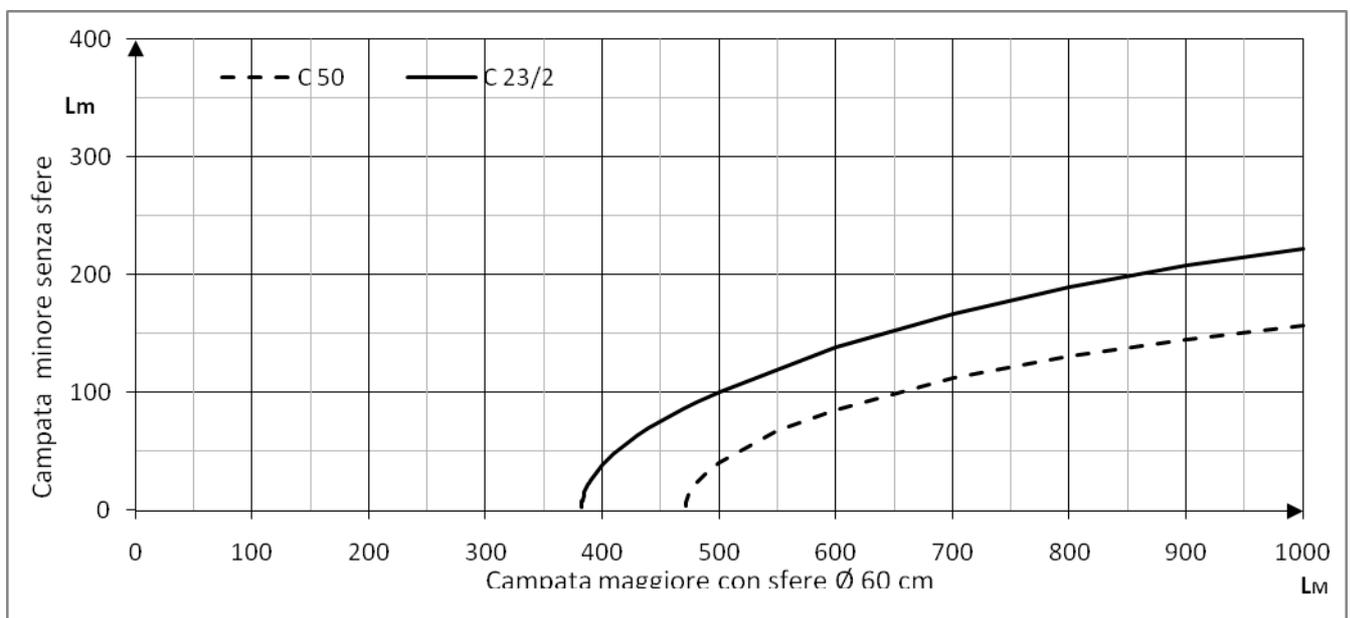
Per la corda di guardia (amarrata ad ogni sostegno) è stato considerato uno squilibrio di tiro per tenere conto della diversa lunghezza delle campate adiacenti al sostegno e di eventuali sfere di segnalazione area per il volo a bassa quota installate sulle corde di guardia con un intervallo \leq di 30 m.

Per ogni picchetto si dovrà perciò verificare mediante l'equazione del cambiamento di stato (1) che l'effettiva differenza di tiro nelle condizioni **MSA** e **MSB** 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 nel diagramma 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) si trova al disopra della curva la verifica è positiva poiché, lo squilibrio di tiro è minore di quello di calcolo.

Fig.3

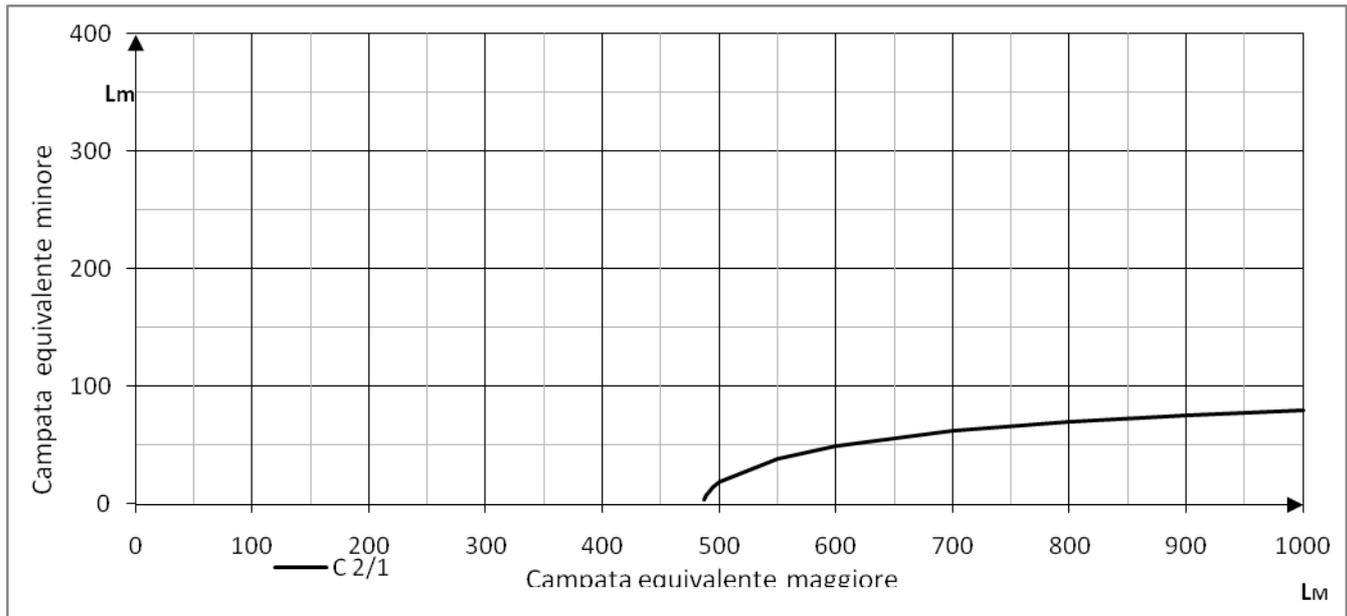


Conduttori

Per i conduttori è stato considerato uno squilibrio di tiro per tenere conto rispettivamente della diversa lunghezza delle campate equivalenti delle due tratte adiacenti al sostegno.

Per ogni picchetto si dovrà perciò verificare tramite (1) che la effettiva differenza di tiro nelle condizioni **MSA** e **MSB** sia minore o eguale al valore di squilibrio considerato per il calcolo del sostegno.

Riportando in ascisse la campata equivalente 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) si trova al disopra del diagramma la verifica è positiva poiché lo squilibrio di tiro è minore di quello di calcolo.



3.3.2 IPOTESI ECCEZIONALE

AZIONI TRASVERSALI E VERTICALI

CONDUTTORI Per i conduttori i valori sono stati ottenuti moltiplicando per 5/6 le corrispondenti azioni in ipotesi normale depurate dai valori della spinta del vento t^* sulle catene di isolatori e morsetteria e del relativo peso p^* assunti costanti in entrambe le ipotesi.

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

AZIONI LONGITUDINALI

Sono state assunte pari al tiro orizzontale T_0 dei conduttori e della corda di guardia.

3.4 AZIONI ESTERNE PER IL CALCOLO DEL SOSTEGNO

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

STATO DEI CONDUTTORI	IPOTESI	CONDUTTORE ⁽⁶⁾			CORDA DI GUARDIA ⁽⁶⁾		
		C 2/1			C 50 / C 60 ⁽⁷⁾		
		T (daN)	P (daN)	L (daN)	T (daN)	P (daN)	L (daN)
MSA	NORMALE	6680	5998	624	1166 (1417)	908 (1077)	500 (1015)
		6680	0	624	1166 (1417)	0	500 (1015)
	ECCEZIONALE ⁽⁸⁾	5634	5140	5200	583 (709)	454 (539)	2750 (3261)
		5634	0	5200	583 (709)	0	2750 (3261)
MSB	NORMALE	6148	8835	756	1205 (1289)	1452 (1582)	800 (1190)
		6148	0	756	1205 (1289)	0	800 (1190)
	ECCEZIONALE ⁽⁸⁾	5140	7505	6300	603 (645)	726 (791)	3600 (3832)
		5140	0	6300	603 (645)	0	3600 (3832)

Mediante le relazioni (2, 3) si può verificare come tutte le terne di prestazioni geometriche (Cm, δ , K) tali che il punto (Cm, δ) sia compreso nel "campo di utilizzazione trasversale" e il punto (Cm, K) sia compreso nel "campo di utilizzazione verticale" le azioni trasversali e verticali (sia per i conduttori che per corde di guardia) nelle condizioni **MSA** e **MSB** risultino inferiori o eguali a quelle considerate per il calcolo del sostegno e riportate nella tabella precedente.

N.B. Il calcolo di verifica del sostegno è stato eseguito considerando le azioni esterne del conduttore indicato e della corda di guardia \varnothing 17,9 mm (C50 / C 60) con installate le sfere di segnalazione per il volo a bassa quota del diametro di 60 cm (valori fra parentesi). Per l'impiego di tipologie di corde incorporanti fibre ottiche aventi lo stesso diametro esterno ma con caratteristiche meccaniche differenti, potrebbe essere necessario ridurre il tiro orizzontale in EDS nel caso che il tiro orizzontale T₀ in **MSA** e **MSB** risultino superiori a quelli riportati nella tabella al punto 3.1.

⁶ Per ciascuna ipotesi normale ed eccezionale viene considerato separatamente il caso in cui l'azione verticale P sia quella corrispondente alla campata gravante massima e il caso di campata gravante nulla, che per alcune aste può risultare più severa.

⁷ I valori fra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate calcolate tenendo conto della presenza di sfere di segnalazione per il volo a bassa quota, con diametro di 60 cm, installate sull'intera campata.

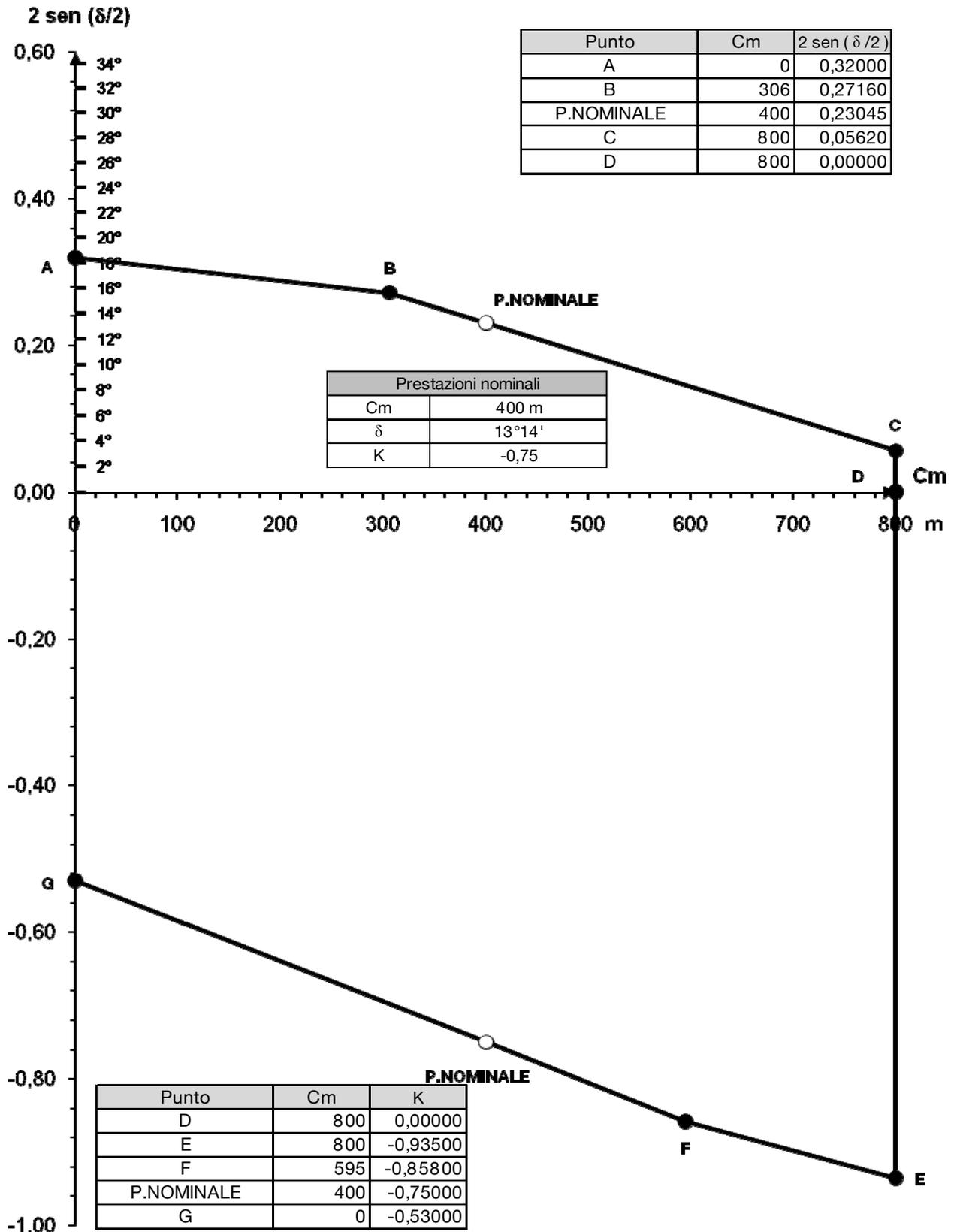
⁸ Rottura di uno dei conduttori su due delle tre fasi ovvero, in alternativa, rottura della corda di guardia e di un conduttore su di una fase. I valori indicati si riferiscono ovviamente alle sole fasi o corde di guardia rotte.

3.5 UTILIZZAZIONE DEL SOSTEGNO CON CARICO VERTICALE NEGATIVO

Per il sostegno V impiegato come amarro è stata prevista anche la possibilità di utilizzazione con carico verticale negativo – P (tiro in alto) .

Si è ottenuto in tal modo il diagramma di utilizzazione meccanica riportato qui di seguito.

3.6 DIAGRAMMA DI UTILIZZAZIONE DEL SOSTEGNO PER CARICO VERTICALE NEGATIVO



3.7 AZIONI ESTERNE PER IL CALCOLO DEL SOSTEGNO

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

STATO DEI CONDUTTORI	IPOTESI	CONDUTTORE (°)			CORDA DI GUARDIA (°)		
		C 2/1			C 50 / C 60 (10)		
		T (daN)	P (daN)	L (daN)	T (daN)	P (daN)	L (daN)
MSA	NORMALE	6680	-9138	624	1166 (1417)	-1928 (-2262)	500 (1015)
	ECCEZIONALE (11)	5634	-7474	5200	583 (709)	-964 (-1131)	2750 (3261)
MSB	NORMALE	6148	-9305	756	1205 (1289)	-2005 (-2097)	800 (1190)
	ECCEZIONALE (11)	5140	-7613	6300	603 (645)	-1003 (-1049)	3600 (3832)

Mediante le relazioni (2, 3) si può verificare come tutte le terne di prestazioni geometriche (Cm, δ, K) tali che il punto (Cm, δ) sia compreso nel "campo di utilizzazione trasversale" e il punto (Cm, K) sia compreso nel "campo di utilizzazione verticale" le azioni trasversali e verticali (sia per i conduttori che per corde di guardia) nelle condizioni **MSA** e **MSB** risultino inferiori o eguali a quelle considerate per il calcolo del sostegno e riportate nella tabella precedente.

N.B. Il calcolo di verifica del sostegno è stato eseguito considerando le azioni esterne del conduttore indicato e della corda di guardia Ø 17,9 mm (C50 / C 60) con installate le sfere di segnalazione per il volo a bassa quota del diametro di 60 cm (valori fra parentesi). Per l'impiego di tipologie di corde incorporanti fibre ottiche aventi lo stesso diametro esterno ma con caratteristiche meccaniche differenti, potrebbe essere necessario ridurre il tiro orizzontale in EDS nel caso che il tiro orizzontale T_o in MSA e MSB risultino superiori a quelli riportati nella tabella al punto 3.1.

⁹ Per ciascuna ipotesi normale ed eccezionale viene considerato separatamente il caso in cui l'azione verticale P sia quella corrispondente alla campata gravante massima e il caso di campata gravante nulla, che per alcune aste può risultare più severa.

¹⁰ I valori fra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate calcolate tenendo conto della presenza di sfere di segnalazione per il volo a bassa quota, con diametro di 60 cm, installate sull'intera campata.

¹¹ Rottura di uno dei conduttori su due delle tre fasi ovvero, in alternativa, rottura della corda di guardia e di un conduttore su di una fase. I valori indicati si riferiscono ovviamente alle sole fasi o corde di guardia rotte.

LINEA ELETTRICA AEREA A 380 kV SEMPLICE TERNA AD "Y"**ISOLAMENTO NORMALE**

Conduttori Ø 31,5 trinati – Zona B EDS 20%

UTILIZZAZIONE DEL SOSTEGNO "VL"**CALCOLO DELLE AZIONI ESTERNE SUL SOSTEGNO****Storia delle revisioni**

Rev. 00	del 03/06/2008	Prima emissione.
Rev. 01	del 03/06/2010	Eseguite modifiche redazionali.

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

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. B0006842 – Rev.1 del 11/03/2010**

1 CARATTERISTICHE GENERALI

Conduttore	All. Acc. \varnothing 31,5 mm (C 2/1) un fascio di tre conduttori per ciascuna fase
Corda di guardia	Acciaio \varnothing 11,5 mm (C 23/2); Acc.-Lega All.- ACS con fibre ottiche \varnothing 17,9 mm (C 50 / C 60) ⁽¹⁾
Isolatori	Vetro temperato a cappa e perno in catene di 21 elementi (passo 146mm) o di 18 elementi (passo 170 mm) nelle sospensioni semplici o doppie e di 19 elementi (passo 170 mm) negli amarri.
Tipo fondazione	Misto ferro – calcestruzzo a piedini separati.
Tipo sfera di segnalazione aerea	Diametro 60 cm; peso 5,5 Kg; passo d'installazione \leq 30 m.
Messa a terra	Secondo le norme citate.
Larghezza linea	16 m tra i conduttori esterni.

2 CONDUTTORI E CORDA DI GUARDIA

2.1 CARATTERISTICHE PRINCIPALI

		CONDUTTORE		CORDA DI GUARDIA	
		C 2/1	C 23/2	C 50 / C 60	
MATERIALE		All. Acc.	Acciaio	Acc.-Lega All.- ACS	
DIAMETRO CIRCOSCRITTO	(mm.)	31,5	11,5	17,9	
SEZIONI TEORICHE	ALLUMINIO	(mm ²)	519,50	0	118,90 (Al + Lega Al)
	ACCIAIO	(mm ²)	65,80	78,94	57,70
	TOTALE	(mm ²)	583,30	78,94	176,60
MASSA UNITARIA	(Kg/m.)	1,953	0,621	0,820	
MODULO DI ELASTICITA'	(N/mm ²)	68000	175000	88000	
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE	(1/°C)	19,4 X 10 ⁻⁶	11,5 X 10 ⁻⁶	17 X 10 ⁻⁶	
CARICO DI ROTTURA	(daN.)	16852	12231	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 per il conduttore 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	
		C 2/1	C 23/2	C 50 / C 60	
TIRO ORIZZONTALE IN EDS	(daN)	3370	1113	1480	

CONDIZIONI DERIVATE

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

MSB: -20° C, vento alla velocità di 65 km/h, spessore manicotto di ghiaccio di 12 mm.

¹ I valori fra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate calcolate tenendo conto della presenza di sfere di segnalazione per il volo a bassa quota, con diametro di 60 cm, installate sull'intera campata.

In detta condizione i tiri sono ottenuti risolvendo l'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:

α = Coefficiente di dilatazione termica del conduttore o della corda di guardia

S = Sezione totale del conduttore o della corda di guardia

E = Modulo di elasticità del conduttore o della corda di guardia

L = Campata equivalente (²) della tratta nel caso di conduttore ovvero campata reale nel caso di corda di guardia

Condizione base

Θ_b = Temperatura del conduttore o della corda di guardia

p'_b = Carico risultante del conduttore o della corda di guardia per un metro lineare

T_b = Tiro orizzontale del conduttore o della corda di guardia nella condizione base

Condizione derivata

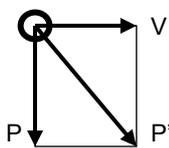
Θ_d = Temperatura del conduttore o della corda di guardia

p'_d = Carico risultante del conduttore o della corda di guardia per un metro lineare

T_d = Tiro orizzontale del conduttore o della corda di guardia

Nella tabella seguente sono riportati per il conduttore o per la corda di guardia i valori della spinta del vento, di peso e di carico risultante per metro lineare nelle condizioni **EDS – MSA – MSB**.

		CONDUTTORE			CORDA DI GUARDIA (³)		
		C 2/1	C 23/2	C 50 / C 60	C 23/2	C 50 / C 60	C 50 / C 60
CONDIZIONE EDS	V (daN/m)	0	0	0			
	P (daN/m)	1,916	0,626	0,8044			
	P' (daN/m)	1,916	0,626	0,8044			
CONDIZIONE MSA	V (daN/m)	2,225	0,8123 (1,0897)	1,2643 (1,5417)			
	P (daN/m)	1,916	0,626 (0,8058)	0,8044 (0,9842)			
	P' (daN/m)	2,936	1,0255 (1,3553)	1,4985 (1,8291)			
CONDIZIONE MSB	V (daN/m)	0,980	0,6269 (0,6962)	0,740 (0,8092)			
	P (daN/m)	3,396	1,4244 (1,6042)	1,8217 (2,0015)			
	P' (daN/m)	3,5345	1,5563 (1,7487)	1,9663 (2,1589)			



V = spinta del vento per metro di conduttore o della corda di guardia (daN/m)

P = peso per metro di conduttore o della corda di guardia (daN/m)

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

L'equazione del cambiamento di stato per la determinazione del tiro orizzontale è stata eseguita facendo variare il valore L per:

- Il conduttore in un intervallo delle campate equivalenti pari a 200 m ÷ 800 m.
- la corda di guardia in un intervallo delle campate reali pari a 100 m ÷ 1000 m.

² $L = \sqrt{\frac{\sum Li^3}{\sum Li}}$ ove le Li sono le campate reali comprese fra due successivi amari

³ I valori fra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate calcolate tenendo conto della presenza di sfere di segnalazione per il volo a bassa quota, con diametro di 60 cm, installate sull'intera campata.

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 indotte dai conduttori e dalle corde di guardia nelle due ipotesi **MSA** e **MSB**.

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

$$\text{Conduttori o Corda di guardia} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{Azione trasversale } T = n \cdot v \cdot C_m + n \cdot 2 \cdot \sin \delta / 2 \cdot T_0 + t^* \quad (2) \\ \text{Azione verticale } P = n \cdot p \cdot C_m + n \cdot K \cdot T_0 + p^* \quad (3) \end{array} \right.$$

Ove:

- n = numero dei cavi per il fascio di conduttori o della corda di guardia
- v = spinta del vento per metro di conduttore o di corda di guardia (vedi valori riportati al punto 2.2)
- P = peso per metro di conduttore o di corda di guardia (vedi valori riportati al punto 2.2)
- T₀ = tiro orizzontale nel conduttore o nella corda di guardia
- t* = spinta del vento sulle catene di isolatori e sulla morsetteria
- p* = peso delle catene di isolatori e della morsetteria

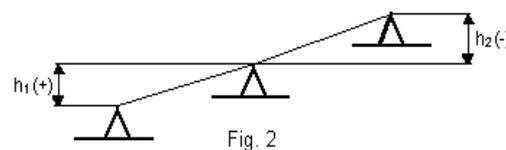
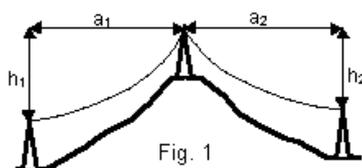
I valori di T₀ di t* e p* sono riportati nella seguente tabella:

		CONDUTTORE (n=3)			CORDA DI GUARDIA (n=1) ⁽⁴⁾	
		C 2/1	C 23/2	C 50 / C 60	C 23/2	C 50 / C 60
CONDIZIONE MSA	T ₀ (daN)	5200	2080 (2613)	2750 (3261)		
	t* (daN)	240	0	0		
	p* (daN)	600	0	0		
CONDIZIONE MSB	T ₀ (daN)	6300	3160 (3324)	3600 (3832)		
	t* (daN)	60	0	0		
	p* (daN)	600	0	0		

Dal confronto dei tiri orizzontali, delle spinte del vento e dei pesi delle corde di guardia nelle ipotesi **MSA** e **MSB** si evince che la corda di guardia C 50 / C 60 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 3.4) sono state determinati con la corda di guardia C 50 / C 60. L'utilizzo di altre corde di guardia diverse da C 50 / C 60 obbliga il Progettista a realizzare le necessarie verifiche strutturali e a descriverne il diagramma d'impiego (fig.3).

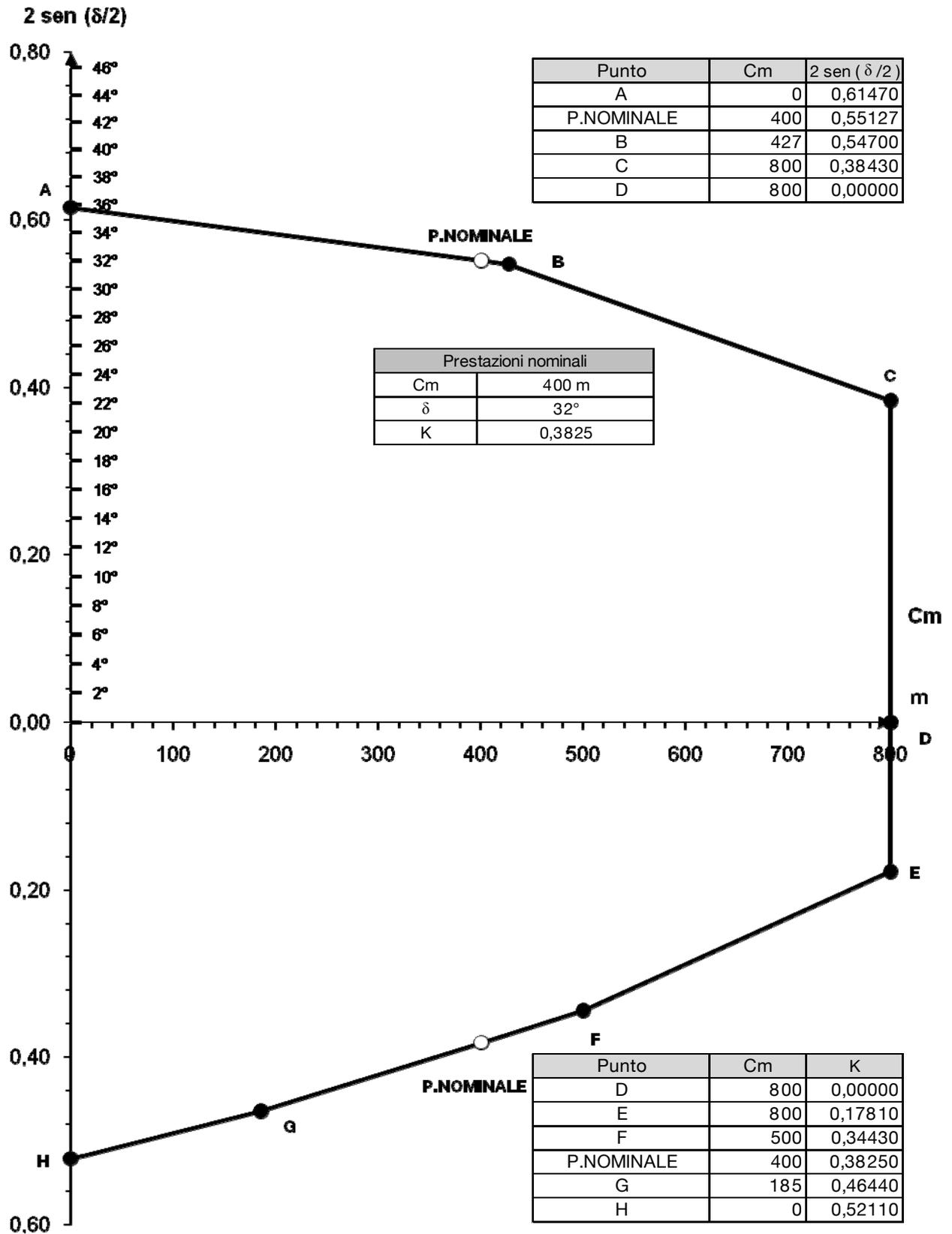
Le caratteristiche geometriche del picchetto **C_m** = campata media, **δ** = angolo di deviazione, **K** = costante altimetrica ⁽⁵⁾.



⁴ I valori fra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate calcolate tenendo conto della presenza di sfere di segnalazione per il volo a bassa quota, con diametro di 60 cm, installate sull'intera campata.

⁵ L'espressione di K è $K = \frac{h_1}{a_1} + \frac{h_2}{a_2}$ (vedi fig.1) 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, δ) 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}, δ_i, K_i) è necessario che i punti (C_{m_i}, δ_i) e (C_{m_i}, K_i) siano compresi rispettivamente nei campi di utilizzazione trasversale e verticale.

3.3 IPOTESI NORMALI ED ECCEZIONALI

Le azioni esterne per il calcolo del sostegno sono state determinate nelle condizioni **MSA** e **MSB**, sia nelle ipotesi di conduttori e corda di guardia integri (ipotesi normale), sia nelle ipotesi di rottura di conduttori e/o corde di guardia secondo quanto prescritto dalle norme (ipotesi eccezionale).

3.3.1 IPOTESI NORMALE

AZIONI TRASVERSALI E VERTICALI

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

AZIONI LONGITUDINALI

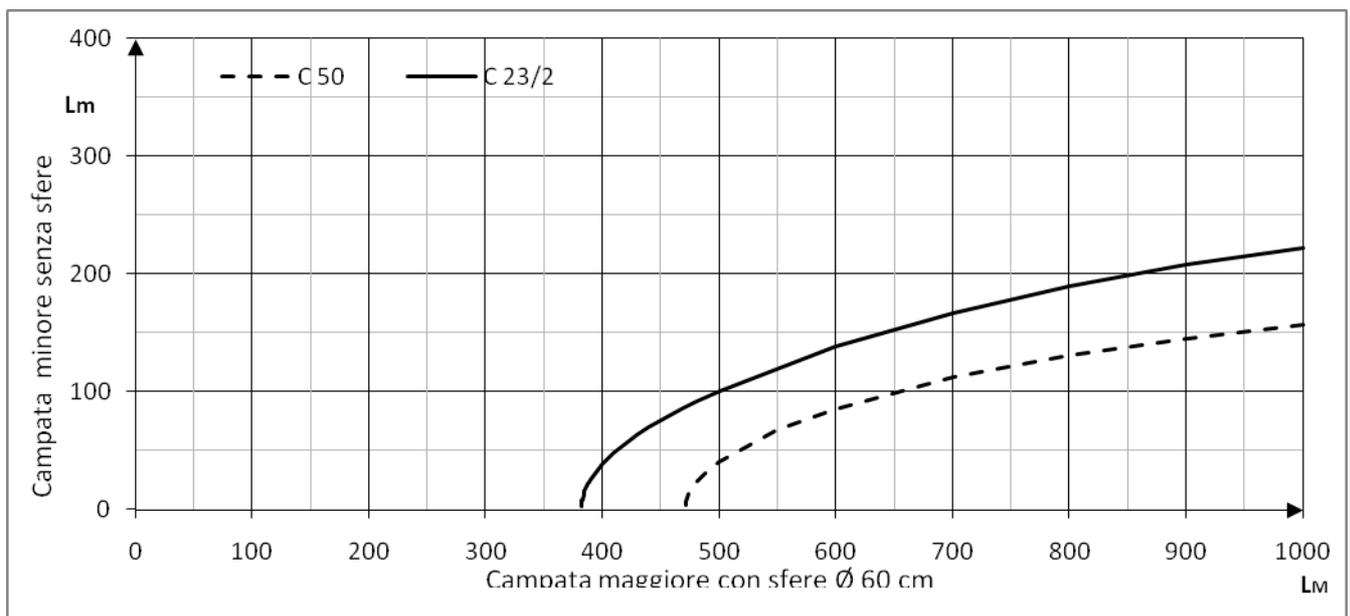
Per la corda di guardia (amarrata ad ogni sostegno) è stato considerato uno squilibrio di tiro per tenere conto della diversa lunghezza delle campate adiacenti al sostegno e di eventuali sfere di segnalazione area per il volo a bassa quota installate sulle corde di guardia con un intervallo \leq di 30 m.

Per ogni picchetto si dovrà perciò verificare mediante l'equazione del cambiamento di stato (1) che l'effettiva differenza di tiro in condizioni **MSA** e **MSB** 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 nel diagramma 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) si trova al disopra della curva la verifica è positiva poiché, lo squilibrio di tiro è minore di quello di calcolo.

Fig.3



3.3.2 IPOTESI ECCEZIONALE

AZIONI TRASVERSALI E VERTICALI

CONDUTTORI Per i conduttori i valori sono stati ottenuti moltiplicando per 5/6 le corrispondenti azioni in ipotesi normale depurate dai valori della spinta del vento t^* sulle catene di isolatori e morsetteria e del relativo peso p^* assunti costanti in entrambe le ipotesi.

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

AZIONI LONGITUDINALI

Sono state assunte pari al tiro orizzontale T_0 dei conduttori e della corda di guardia.

3.4 AZIONI ESTERNE PER IL CALCOLO DEL SOSTEGNO

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

STATO DEI CONDUTTORI	IPOTESI	CONDUTTORE ⁽⁶⁾			CORDA DI GUARDIA ⁽⁶⁾		
		C 2/1			C 50 / C 60 ⁽⁷⁾		
		T (daN)	P (daN)	L (daN)	T (daN)	P (daN)	L (daN)
MSA	NORMALE	11624	8908	0	2069 (2487)	1434 (1700)	500 (1015)
		11624	0	0	2069 (2487)	0	500 (1015)
	ECCEZIONALE ⁽⁸⁾	9727	7524	5200	1035 (1244)	717 (850)	2750 (3261)
		9727	0	5200	1035 (1244)	0	2750 (3261)
MSB	NORMALE	11678	12202	0	2286 (2442)	2151 (2321)	800 (1190)
		11678	0	0	2286 (2442)	0	800 (1190)
	ECCEZIONALE ⁽⁸⁾	9742	10269	6300	1143 (1221)	1076 (1161)	3600 (3832)
		9742	0	6300	1143 (1221)	0	3600 (3832)

Mediante le relazioni (2, 3) si può verificare come tutte le terne di prestazioni geometriche (C_m , δ , K) tali che il punto (C_m , δ) 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) nelle condizioni **MSA** e **MSB** risultino inferiori o eguali a quelle considerate per il calcolo del sostegno e riportate nella tabella precedente.

N.B. Il calcolo di verifica del sostegno è stato eseguito considerando le azioni esterne del conduttore indicato e della corda di guardia \varnothing 17,9 mm (C50 / C 60) con installate le sfere di segnalazione per il volo a bassa quota del diametro di 60 cm (valori fra parentesi). Per l'impiego di tipologie di corde incorporanti fibre ottiche aventi lo stesso diametro esterno ma con caratteristiche meccaniche differenti, potrebbe essere necessario ridurre il tiro orizzontale in EDS nel caso che il tiro orizzontale T_0 in **MSA** e **MSB** risultino superiori a quelli riportati nella tabella al punto 3.1.

⁶ Per ciascuna ipotesi normale ed eccezionale viene considerato separatamente il caso in cui l'azione verticale P sia quella corrispondente alla campata gravante massima e il caso di campata gravante nulla, che per alcune aste può risultare più severa.

⁷ I valori fra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate calcolate tenendo conto della presenza di sfere di segnalazione per il volo a bassa quota, con diametro di 60 cm, installate sull'intera campata.

⁸ Rottura di uno dei conduttori su due delle tre fasi ovvero, in alternativa, rottura della corda di guardia e di un conduttore su di una fase. I valori indicati si riferiscono ovviamente alle sole fasi o corde di guardia rotte.

LINEA ELETTRICA AEREA A 380 kV SEMPLICE TERNA AD "Y"**ISOLAMENTO NORMALE**

Conduttori Ø 31,5 trinati – Zona B EDS 20%

UTILIZZAZIONE DEL SOSTEGNO "VV"**CALCOLO DELLE AZIONI ESTERNE SUL SOSTEGNO****Storia delle revisioni**

Rev. 00	del 03/06/2008	Prima emissione.
Rev. 01	del 03/06/2010	Eseguite modifiche redazionali.

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

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. B0006842 – Rev.1 del 11/03/2010**

1 CARATTERISTICHE GENERALI

Conduttore	All. Acc. \varnothing 31,5 mm (C 2/1) un fascio di tre conduttori per ciascuna fase
Corda di guardia	Acciaio \varnothing 11,5 mm (C 23/2); Acc.-Lega All.- ACS con fibre ottiche \varnothing 17,9 mm (C 50 / C 60) ⁽¹⁾
Isolatori	Vetro temperato a cappa e perno in catene di 21 elementi (passo 146mm) o di 18 elementi (passo 170 mm) nelle sospensioni semplici o doppie e di 19 elementi (passo 170 mm) negli amarri.
Tipo fondazione	Misto ferro – calcestruzzo a piedini separati.
Tipo sfera di segnalazione aerea	Diametro 60 cm; peso 5,5 Kg; passo d'installazione \leq 30 m.
Messa a terra	Secondo le norme citate.
Larghezza linea	16 m tra i conduttori esterni.

2 CONDUTTORI E CORDA DI GUARDIA

2.1 CARATTERISTICHE PRINCIPALI

		CONDUTTORE		CORDA DI GUARDIA	
		C 2/1	C 23/2	C 50 / C 60	
MATERIALE		All. Acc.	Acciaio	Acc.-Lega All.- ACS	
DIAMETRO CIRCOSCRITTO	(mm.)	31,5	11,5	17,9	
SEZIONI TEORICHE	ALLUMINIO	(mm ²)	519,50	0	118,90 (Al + Lega Al)
	ACCIAIO	(mm ²)	65,80	78,94	57,70
	TOTALE	(mm ²)	583,30	78,94	176,60
MASSA UNITARIA	(Kg/m.)	1,953	0,621	0,820	
MODULO DI ELASTICITA'	(N/mm ²)	68000	175000	88000	
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE	(1/°C)	19,4 X 10 ⁻⁶	11,5 X 10 ⁻⁶	17 X 10 ⁻⁶	
CARICO DI ROTTURA	(daN.)	16852	12231	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 per il conduttore 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	
		C 2/1	C 23/2	C 50 / C 60	
TIRO ORIZZONTALE IN EDS	(daN)	3370	1113	1480	

CONDIZIONI DERIVATE

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

MSB: -20° C, vento alla velocità di 65 km/h, spessore manicotto di ghiaccio di 12 mm.

¹ I valori fra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate calcolate tenendo conto la presenza di sfere di segnalazione per il volo a bassa quota, con diametro di 60 cm, installate sull'intera campata.

In detta condizione i tiri sono ottenuti risolvendo l'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:

α = Coefficiente di dilatazione termica del conduttore o della corda di guardia

S = Sezione totale del conduttore o della corda di guardia

E = Modulo di elasticità del conduttore o della corda di guardia

L = Campata equivalente (²) della tratta nel caso di conduttore ovvero campata reale nel caso di corda di guardia

Condizione base

Θ_b = Temperatura del conduttore o della corda di guardia

p'_b = Carico risultante del conduttore o della corda di guardia per un metro lineare

T_b = Tiro orizzontale del conduttore o della corda di guardia

Condizione derivata

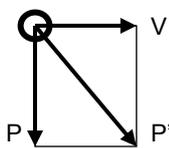
Θ_d = Temperatura del conduttore o della corda di guardia

p'_d = Carico risultante del conduttore o della corda di guardia per un metro lineare

T_d = Tiro orizzontale del conduttore o della corda di guardia

Nella tabella seguente sono riportati per il conduttore o per la corda di guardia i valori della spinta del vento, di peso e di carico risultante per metro lineare nelle condizioni **EDS – MSA – MSB**.

		CONDUTTORE			CORDA DI GUARDIA (³)		
		C 2/1	C 23/2	C 50 / C 60	C 23/2	C 50 / C 60	C 50 / C 60
CONDIZIONE EDS	V (daN/m)	0	0	0			
	P (daN/m)	1,916	0,626	0,8044			
	P' (daN/m)	1,916	0,626	0,8044			
CONDIZIONE MSA	V (daN/m)	2,225	0,8123 (1,0897)	1,2643 (1,5417)			
	P (daN/m)	1,916	0,626 (0,8058)	0,8044 (0,9842)			
	P' (daN/m)	2,936	1,0255 (1,3553)	1,4985 (1,8291)			
CONDIZIONE MSB	V (daN/m)	0,980	0,6269 (0,6962)	0,740 (0,8092)			
	P (daN/m)	3,396	1,4244 (1,6042)	1,8217 (2,0015)			
	P' (daN/m)	3,5345	1,5563 (1,7487)	1,9663 (2,1589)			



V = spinta del vento per metro di conduttore o della corda di guardia (daN/m)

P = peso per metro di conduttore o della corda di guardia (daN/m)

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

L'equazione del cambiamento di stato per la determinazione del tiro orizzontale è stata eseguita facendo variare il valore L per:

- Il conduttore in un intervallo delle campate equivalenti pari a 200 m ÷ 800 m.
- la corda di guardia in un intervallo delle campate reali pari a 100 m ÷ 1000 m.

² $L = \sqrt{\frac{\sum Li^3}{\sum Li}}$ ove le Li sono le campate reali comprese fra due successivi amari

³ I valori fra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate calcolate tenendo conto della presenza di sfere di segnalazione per il volo a bassa quota, con diametro di 60 cm, installate sull'intera campata.

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 indotte dai conduttori e dalle corde di guardia nelle due ipotesi **MSA** e **MSB**.

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

$$\text{Conduttori o Corda di guardia} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{Azione trasversale } T = n \cdot v \cdot C_m + n \cdot 2 \cdot \sin \delta / 2 \cdot T_0 + t^* \quad (2) \\ \text{Azione verticale } P = n \cdot p \cdot C_m + n \cdot K \cdot T_0 + p^* \quad (3) \end{array} \right.$$

Ove:

- n = numero dei cavi per il fascio di conduttori o della corda di guardia
- v = spinta del vento per metro di conduttore o di corda di guardia (vedi valori riportati al punto 2.2)
- P = peso per metro di conduttore o di corda di guardia (vedi valori riportati al punto 2.2)
- T₀ = tiro orizzontale nel conduttore o nella corda di guardia
- t* = spinta del vento sulle catene di isolatori e sulla morsetteria
- p* = peso delle catene di isolatori e della morsetteria

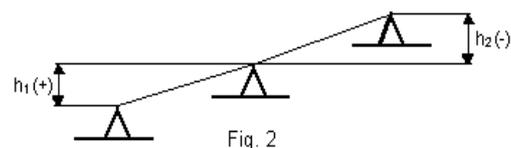
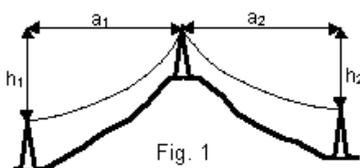
I valori di T₀ di t* e p* sono riportati nella seguente tabella:

		CONDUTTORE (n=3)			CORDA DI GUARDIA (n=1) ⁽⁴⁾	
		C 2/1	C 23/2	C 50 / C 60	C 23/2	C 50 / C 60
CONDIZIONE MSA	T ₀ (daN)	5200	2080 (2613)	2750 (3261)		
	t* (daN)	240	0	0		
	p* (daN)	600	0	0		
CONDIZIONE MSB	T ₀ (daN)	6300	3160 (3324)	3600 (3832)		
	t* (daN)	60	0	0		
	p* (daN)	600	0	0		

Dal confronto dei tiri orizzontali, delle spinte del vento e dei pesi delle corde di guardia nelle ipotesi **MSA** e **MSB** si evince che la corda di guardia C 50 / C 60 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 3.4) sono state determinati con la corda di guardia C 50 / C 60. L'utilizzo di altre corde di guardia diverse dalla C 50 / C 60 obbliga il Progettista a realizzare le necessarie verifiche strutturali e a descriverne il diagramma d'impiego (fig.3).

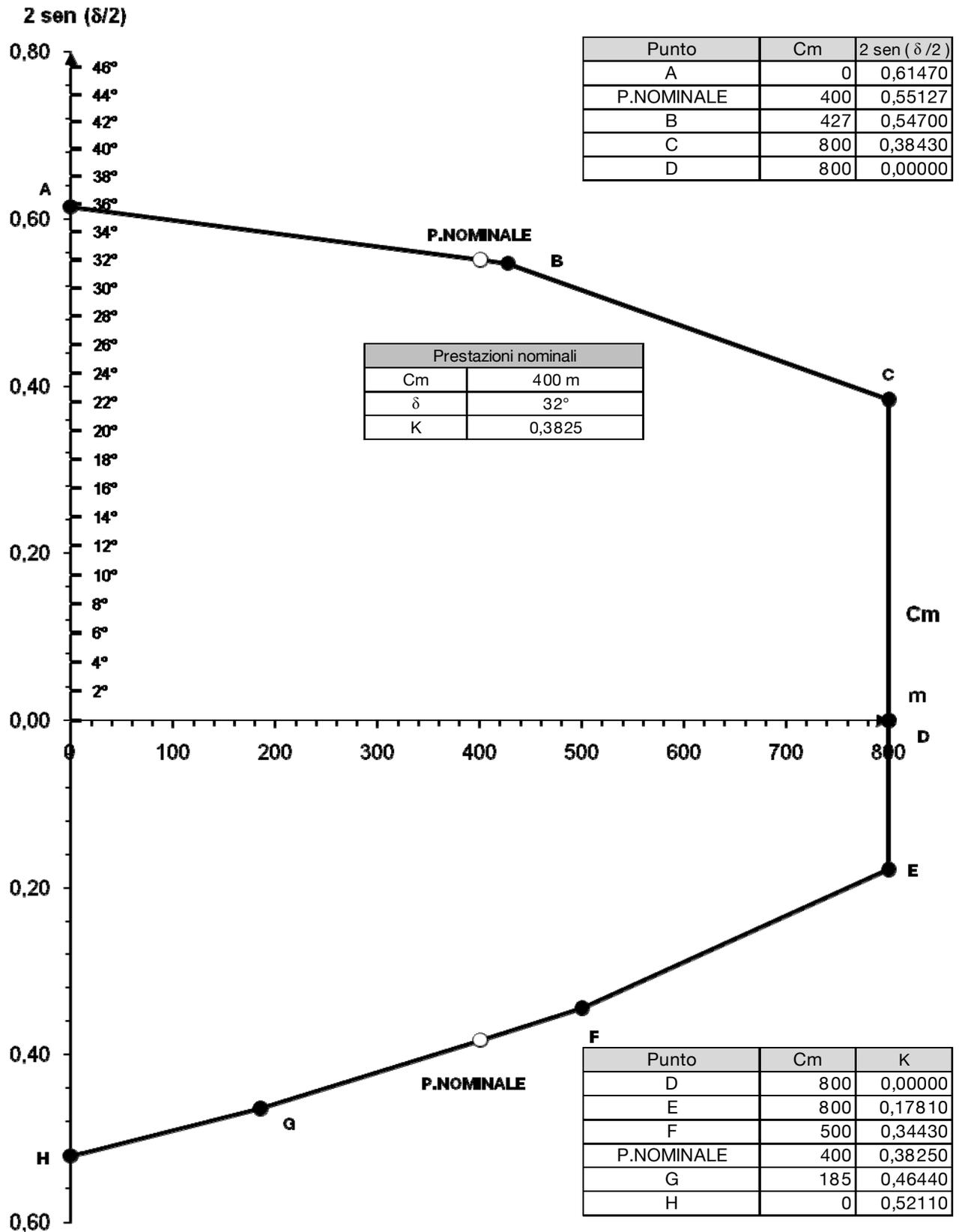
Le caratteristiche geometriche del picchetto **C_m** = campata media, **δ** = angolo di deviazione, **K** = costante altimetrica ⁽⁵⁾.



⁴ I valori fra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate calcolate tenendo conto della presenza di sfere di segnalazione per il volo a bassa quota, con diametro di 60 cm, installate sull'intera campata.

⁵ L'espressione di K è $K = \frac{h_1}{a_1} + \frac{h_2}{a_2}$ (vedi fig.1) 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, δ) 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}, δ_i, K_i) è necessario che i punti (C_{m_i}, δ_i) e (C_{m_i}, K_i) siano compresi rispettivamente nei campi di utilizzazione trasversale e verticale.

3.3 IPOTESI NORMALI ED ECCEZIONALI

Le azioni esterne per il calcolo del sostegno sono state determinate nelle condizioni **MSA** e **MSB**, sia nelle ipotesi di conduttori e corda di guardia integri (ipotesi normale), sia nelle ipotesi di rottura di conduttori e/o corde di guardia secondo quanto prescritto dalle norme (ipotesi eccezionale).

3.3.1 IPOTESI NORMALE

AZIONI TRASVERSALI E VERTICALI

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

AZIONI LONGITUDINALI

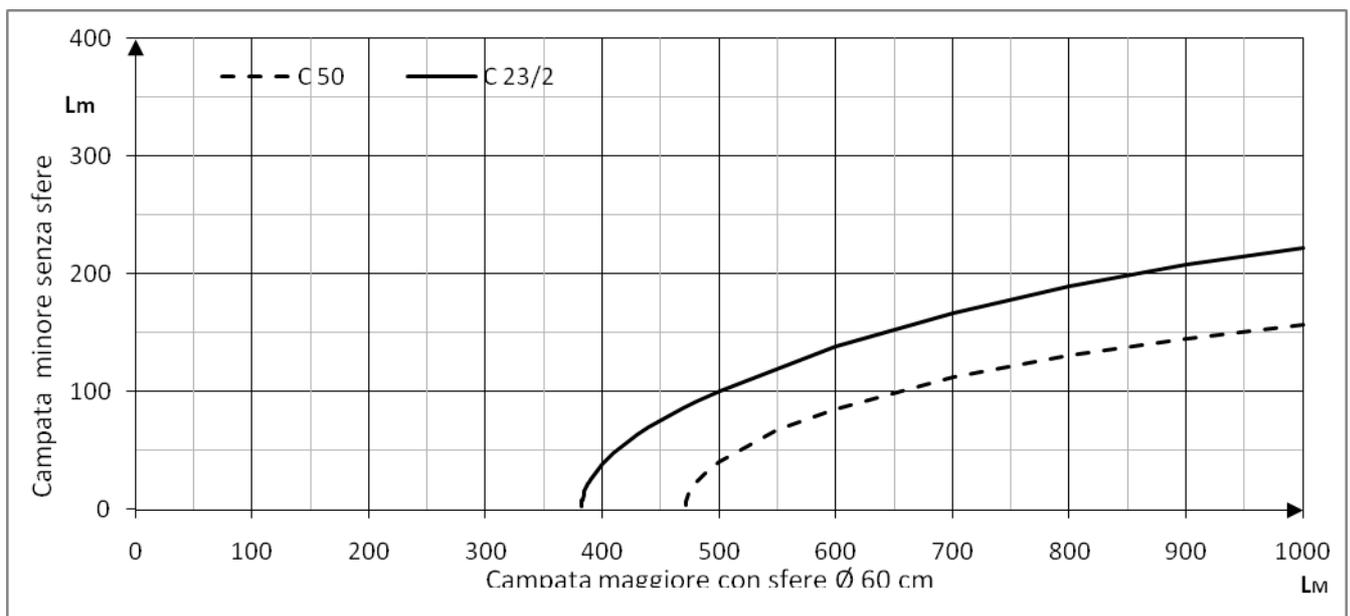
Per la corda di guardia (amarrata ad ogni sostegno) è stato considerato uno squilibrio di tiro per tenere conto della diversa lunghezza delle campate adiacenti al sostegno e di eventuali sfere di segnalazione area per il volo a bassa quota installate sulle corde di guardia con un intervallo \leq di 30 m.

Per ogni picchetto si dovrà perciò verificare mediante l'equazione del cambiamento di stato (1) che l'effettiva differenza di tiro in condizioni **MSA** e **MSB** 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 nel diagramma 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) si trova al disopra della curva la verifica è positiva poiché, lo squilibrio di tiro è minore di quello di calcolo.

Fig.3



3.3.2 IPOTESI ECCEZIONALE

AZIONI TRASVERSALI E VERTICALI

CONDUTTORI Per i conduttori i valori sono stati ottenuti moltiplicando per 5/6 le corrispondenti azioni in ipotesi normale depurate dai valori della spinta del vento t^* sulle catene di isolatori e morsetteria e del relativo peso p^* assunti costanti in entrambe le ipotesi.

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

AZIONI LONGITUDINALI

Sono state assunte pari al tiro orizzontale T_0 dei conduttori e della corda di guardia.

3.4 AZIONI ESTERNE PER IL CALCOLO DEL SOSTEGNO

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

STATO DEI CONDUTTORI	IPOTESI	CONDUTTORE ⁽⁶⁾			CORDA DI GUARDIA ⁽⁶⁾		
		C 2/1			C 50 / C 60 ⁽⁷⁾		
		T (daN)	P (daN)	L (daN)	T (daN)	P (daN)	L (daN)
MSA	NORMALE	11624	8908	0	2069 (2487)	1434 (1700)	500 (1015)
		11624	0	0	2069 (2487)	0	500 (1015)
	ECCEZIONALE ⁽⁸⁾	9727	7524	5200	1035 (1244)	717 (850)	2750 (3261)
		9727	0	5200	1035 (1244)	0	2750 (3261)
MSB	NORMALE	11678	12202	0	2286 (2442)	2151 (2321)	800 (1190)
		11678	0	0	2286 (2442)	0	800 (1190)
	ECCEZIONALE ⁽⁸⁾	9742	10269	6300	1143 (1221)	1076 (1161)	3600 (3832)
		9742	0	6300	1143 (1221)	0	3600 (3832)

Mediante le relazioni (2, 3) si può verificare come tutte le terne di prestazioni geometriche (C_m , δ , K) tali che il punto (C_m , δ) 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) nelle condizioni **MSA** e **MSB** risultino inferiori o eguali a quelle considerate per il calcolo del sostegno e riportate nella tabella precedente.

N.B. Il calcolo di verifica del sostegno è stato eseguito considerando le azioni esterne del conduttore indicato e della corda di guardia \varnothing 17,9 mm (C50 / C 60) con installate le sfere di segnalazione per il volo a bassa quota del diametro di 60 cm (valori fra parentesi). Per l'impiego di tipologie di corde incorporanti fibre ottiche aventi lo stesso diametro esterno ma con caratteristiche meccaniche differenti, potrebbe essere necessario ridurre il tiro orizzontale in EDS nel caso che il tiro orizzontale T_0 in **MSA** e **MSB** risultino superiori a quelli riportati nella tabella al punto 3.1.

⁶ Per ciascuna ipotesi normale ed eccezionale viene considerato separatamente il caso in cui l'azione verticale P sia quella corrispondente alla campata gravante massima e il caso di campata gravante nulla, che per alcune aste può risultare più severa.

⁷ I valori fra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate calcolate tenendo conto della presenza di sfere di segnalazione per il volo a bassa quota, con diametro di 60 cm, installate sull'intera campata.

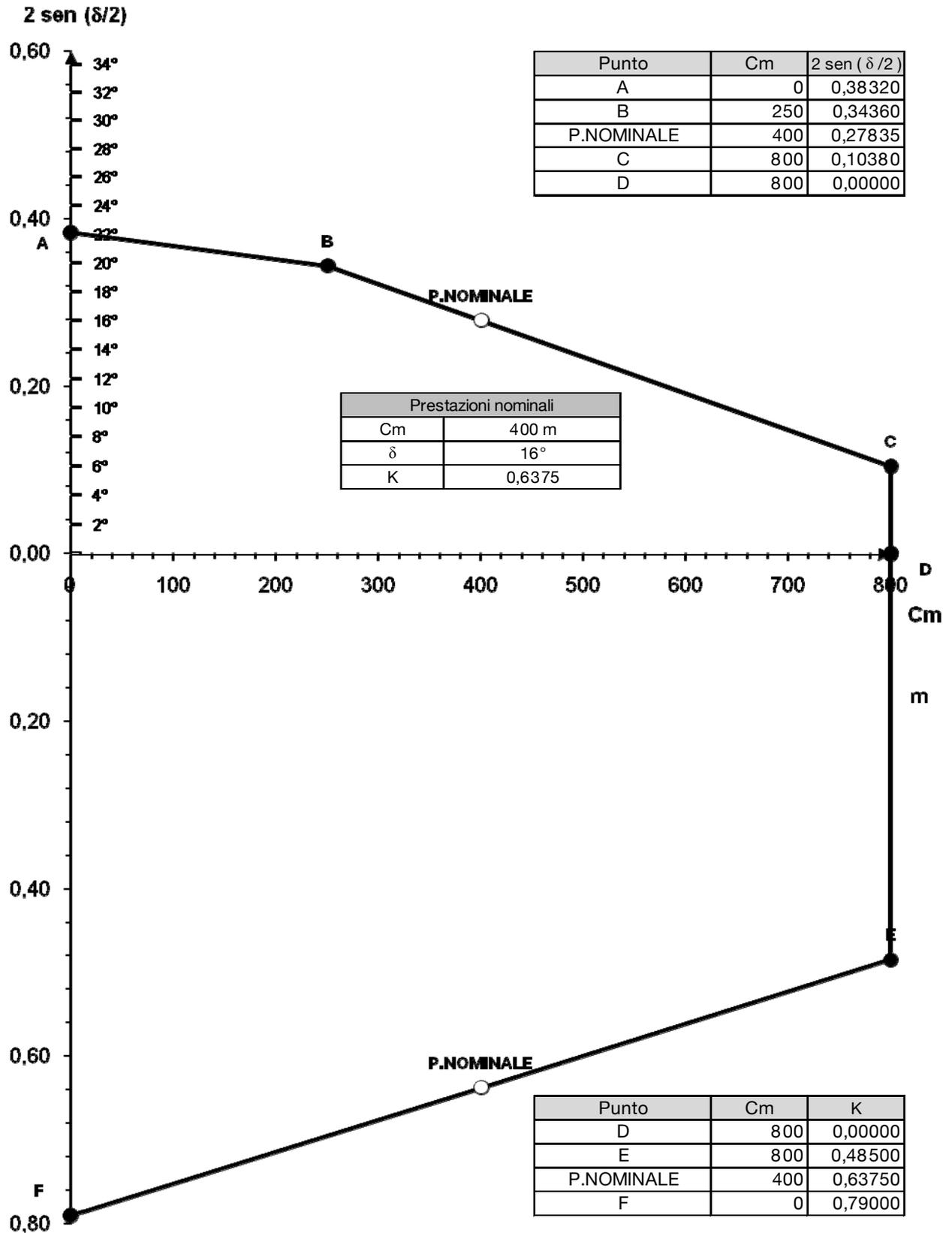
⁸ Rottura di uno dei conduttori su due delle tre fasi ovvero, in alternativa, rottura della corda di guardia e di un conduttore su di una fase. I valori indicati si riferiscono ovviamente alle sole fasi o corde di guardia rotte.

3.5 UTILIZZAZIONE DEL SOSTEGNO IN CORRISPONDENZA DI PRESTAZIONI VERTICALI PARTICOLARMENTE ELEVATE

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

3.6 DIAGRAMMA DI UTILIZZAZIONE DEL SOSTEGNO



3.7 AZIONI ESTERNE PER IL CALCOLO DEL SOSTEGNO

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

STATO DEI CONDUTTORI	IPOTESI	CONDUTTORE (°)			CORDA DI GUARDIA (°)		
		C 2/1			C 50 / C 60 (10)		
		T (daN)	P (daN)	L (daN)	T (daN)	P (daN)	L (daN)
MSA	NORMALE	7269	12924	0	1297 (1572)	2173 (2577)	500 (1015)
		7269	0	0	1297 (1572)	0	500 (1015)
	ECCEZIONALE (11)	6098	10870	5200	649 (786)	1087 (1289)	2750 (3261)
		6098	0	5200	649 (786)	0	2750 (3261)
MSB	NORMALE	7303	17917	0	1422 (1519)	3204 (3460)	800 (1190)
		7303	0	0	1422 (1519)	0	800 (1190)
	ECCEZIONALE (11)	6096	15031	6300	711 (760)	1602 (1730)	3600 (3832)
		6096	0	6300	711 (760)	0	3600 (3832)

Mediante le relazioni (2, 3) si può verificare come tutte le terne di prestazioni geometriche (Cm, δ, K) tali che il punto (Cm, δ) sia compreso nel "campo di utilizzazione trasversale" e il punto (Cm, K) sia compreso nel "campo di utilizzazione verticale" le azioni trasversali e verticali (sia per i conduttori che per corde di guardia) nelle condizioni **MSA** e **MSB** risultino inferiori o eguali a quelle considerate per il calcolo del sostegno e riportate nella tabella precedente.

N.B. Il calcolo di verifica del sostegno è stato eseguito considerando le azioni esterne del conduttore indicato e della corda di guardia Ø 17,9 mm (C50 / C 60) con installate le sfere di segnalazione per il volo a bassa quota del diametro di 60 cm (valori fra parentesi). Per l'impiego di tipologie di corde incorporanti fibre ottiche aventi lo stesso diametro esterno ma con caratteristiche meccaniche differenti, potrebbe essere necessario ridurre il tiro orizzontale in EDS nel caso che il tiro orizzontale T_o in MSA e MSB risultino superiori a quelli riportati nella tabella al punto 3.1.

⁹ Per ciascuna ipotesi normale ed eccezionale viene considerato separatamente il caso in cui l'azione verticale P sia quella corrispondente alla campata gravante massima e il caso di campata gravante nulla, che per alcune aste può risultare più severa.

¹⁰ I valori fra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate calcolate tenendo conto della presenza di sfere di segnalazione per il volo a bassa quota, con diametro di 60 cm, installate sull'intera campata.

¹¹ Rottura di uno dei conduttori su due delle tre fasi ovvero, in alternativa, rottura della corda di guardia e di un conduttore su di una fase. I valori indicati si riferiscono ovviamente alle sole fasi o corde di guardia rotte.

LINEA ELETTRICA AEREA A 380 kV SEMPLICE TERNA AD "Y"**ISOLAMENTO NORMALE**

Conduttori Ø 31,5 trinati – Zona B EDS 20%

UTILIZZAZIONE DEL SOSTEGNO "CA"**CALCOLO DELLE AZIONI ESTERNE SUL SOSTEGNO****Storia delle revisioni**

Rev. 00	del 03/06/2008	Prima emissione.
Rev. 01	del 03/06/2010	Eseguite modifiche redazionali.

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

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. B0006660 – Rev.1 del 13/04/2010**

1 CARATTERISTICHE GENERALI

Conduttore	All. Acc. \varnothing 31,5 mm (C 2/1) un fascio di tre conduttori per ciascuna fase
Corda di guardia	Acciaio \varnothing 11,5 mm (C 23/2); Acc.-Lega All.- ACS con fibre ottiche \varnothing 17,9 mm (C 50 / C 60) ⁽¹⁾
Isolatori	Vetro temperato a cappa e perno in catene di 21 elementi (passo 146mm) o di 18 elementi (passo 170 mm) nelle sospensioni semplici o doppie e di 19 elementi (passo 170 mm) negli amarri.
Tipo fondazione	Misto ferro – calcestruzzo a piedini separati.
Tipo sfera di segnalazione aerea	Diametro 60 cm; peso 5,5 Kg; passo d'installazione \leq 30 m.
Messa a terra	Secondo le norme citate.
Larghezza linea	16 m tra i conduttori esterni.

2 CONDUTTORI E CORDA DI GUARDIA

2.1 CARATTERISTICHE PRINCIPALI

		CONDUTTORE		CORDA DI GUARDIA	
		C 2/1	C 23/2	C 50 / C 60	
MATERIALE		All. Acc.	Acciaio	Acc.-Lega All.- ACS	
DIAMETRO CIRCOSCRITTO	(mm.)	31,5	11,5	17,9	
SEZIONI TEORICHE	ALLUMINIO	(mm ²)	519,50	0	118,90 (Al + Lega Al)
	ACCIAIO	(mm ²)	65,80	78,94	57,70
	TOTALE	(mm ²)	583,30	78,94	176,60
MASSA UNITARIA	(Kg/m.)	1,953	0,621	0,820	
MODULO DI ELASTICITA'	(N/mm ²)	68000	175000	88000	
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE	(1/°C)	19,4 X 10 ⁻⁶	11,5 X 10 ⁻⁶	17 X 10 ⁻⁶	
CARICO DI ROTTURA	(daN.)	16852	12231	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 per il conduttore 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	
		C 2/1	C 23/2	C 50 / C 60	
TIRO ORIZZONTALE IN EDS	(daN)	3370	1113	1480	

CONDIZIONI DERIVATE

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

MSB: -20° C, vento alla velocità di 65 km/h, spessore manicotto di ghiaccio di 12 mm.

¹ I valori fra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate calcolate tenendo conto della presenza di sfere di segnalazione per il volo a bassa quota, con diametro di 60 cm, installate sull'intera campata.

In detta condizione i tiri sono ottenuti risolvendo l'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:

α = Coefficiente di dilatazione termica del conduttore o della corda di guardia

S = Sezione totale del conduttore o della corda di guardia

E = Modulo di elasticità del conduttore o della corda di guardia

L = Campata equivalente (²) della tratta nel caso di conduttore ovvero campata reale nel caso di corda di guardia

Condizione base

Θ_b = Temperatura del conduttore o della corda di guardia

p'_b = Carico risultante del conduttore o della corda di guardia per un metro lineare

T_b = Tiro orizzontale del conduttore o della corda di guardia

Condizione derivata

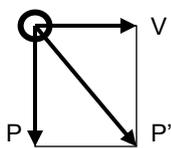
Θ_d = Temperatura del conduttore o della corda di guardia

p'_d = Carico risultante del conduttore o della corda di guardia per un metro lineare

T_d = Tiro orizzontale del conduttore o della corda di guardia

Nella tabella seguente sono riportati per il conduttore o per la corda di guardia i valori della spinta del vento, di peso e di carico risultante per metro lineare nelle condizioni **EDS – MSA – MSB**.

		CONDUTTORE			CORDA DI GUARDIA (³)		
		C 2/1	C 23/2	C 50 / C 60	C 23/2	C 50 / C 60	C 50 / C 60
CONDIZIONE EDS	V (daN/m)	0	0	0			
	P (daN/m)	1,916	0,626	0,8044			
	P' (daN/m)	1,916	0,626	0,8044			
CONDIZIONE MSA	V (daN/m)	2,225	0,8123 (1,0897)	1,2643 (1,5417)			
	P (daN/m)	1,916	0,626 (0,8058)	0,8044 (0,9842)			
	P' (daN/m)	2,936	1,0255 (1,3553)	1,4985 (1,8291)			
CONDIZIONE MSB	V (daN/m)	0,980	0,6269 (0,6962)	0,740 (0,8092)			
	P (daN/m)	3,396	1,4244 (1,6042)	1,8217 (2,0015)			
	P' (daN/m)	3,5345	1,5563 (1,7487)	1,9663 (2,1589)			



V = spinta del vento per metro di conduttore o della corda di guardia (daN/m)

P = peso per metro di conduttore o della corda di guardia (daN/m)

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

L'equazione del cambiamento di stato per la determinazione del tiro orizzontale è stata eseguita facendo variare il valore L per:

- Il conduttore in un intervallo delle campate equivalenti pari a 200 m ÷ 800 m.
- la corda di guardia in un intervallo delle campate reali pari a 100 m ÷ 1000 m.

² $L = \sqrt{\frac{\sum Li^3}{\sum Li}}$ ove le Li sono le campate reali comprese fra due successivi amari

³ I valori fra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate calcolate tenendo conto della presenza di sfere di segnalazione per il volo a bassa quota, con diametro di 60 cm, installate sull'intera campata.

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 indotte dai conduttori e dalle corde di guardia nelle due ipotesi **MSA** e **MSB**.

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

$$\text{Conduttori o Corda di guardia} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{Azione trasversale } T = n \cdot v \cdot C_m + n \cdot 2 \cdot \sin \delta / 2 \cdot T_0 + t^* \quad (2) \\ \text{Azione verticale } P = n \cdot p \cdot C_m + n \cdot K \cdot T_0 + p^* \quad (3) \end{array} \right.$$

Ove:

- n = numero dei cavi per il fascio di conduttori o della corda di guardia
- v = spinta del vento per metro di conduttore o di corda di guardia (vedi valori riportati al punto 2.2)
- P = peso per metro di conduttore o di corda di guardia (vedi valori riportati al punto 2.2)
- T₀ = tiro orizzontale nel conduttore o nella corda di guardia
- t* = spinta del vento sulle catene di isolatori e sulla morsetteria
- p* = peso delle catene di isolatori e della morsetteria

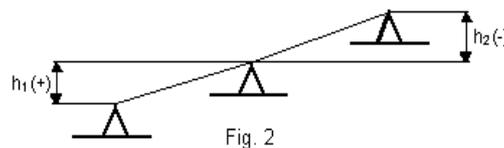
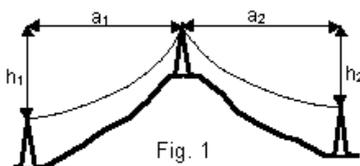
I valori di T₀ di t* e p* sono riportati nella seguente tabella:

		CONDUTTORE (n=3)			CORDA DI GUARDIA (n=1) ⁽⁴⁾		
		C 2/1	C 23/2	C 50 / C 60	C 23/2	C 50 / C 60	
CONDIZIONE MSA	T ₀ (daN)	5200	2080 (2613)	2750 (3261)			
	t* (daN)	400	0	0			
	p* (daN)	850	0	0			
CONDIZIONE MSB	T ₀ (daN)	6300	3160 (3324)	3600 (3832)			
	t* (daN)	100	0	0			
	p* (daN)	850	0	0			

Dal confronto dei tiri orizzontali, delle spinte del vento e dei pesi delle corde di guardia nelle ipotesi **MSA** e **MSB** si evince che la corda di guardia C 50 / C 60 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 3.4) sono state determinati con la corda di guardia C 50 / C 60. L'utilizzo di altre corde di guardia diverse dalla C 50 / C 60 obbliga il Progettista a realizzare le necessarie verifiche strutturali e a descriverne il diagramma d'impiego (fig.3).

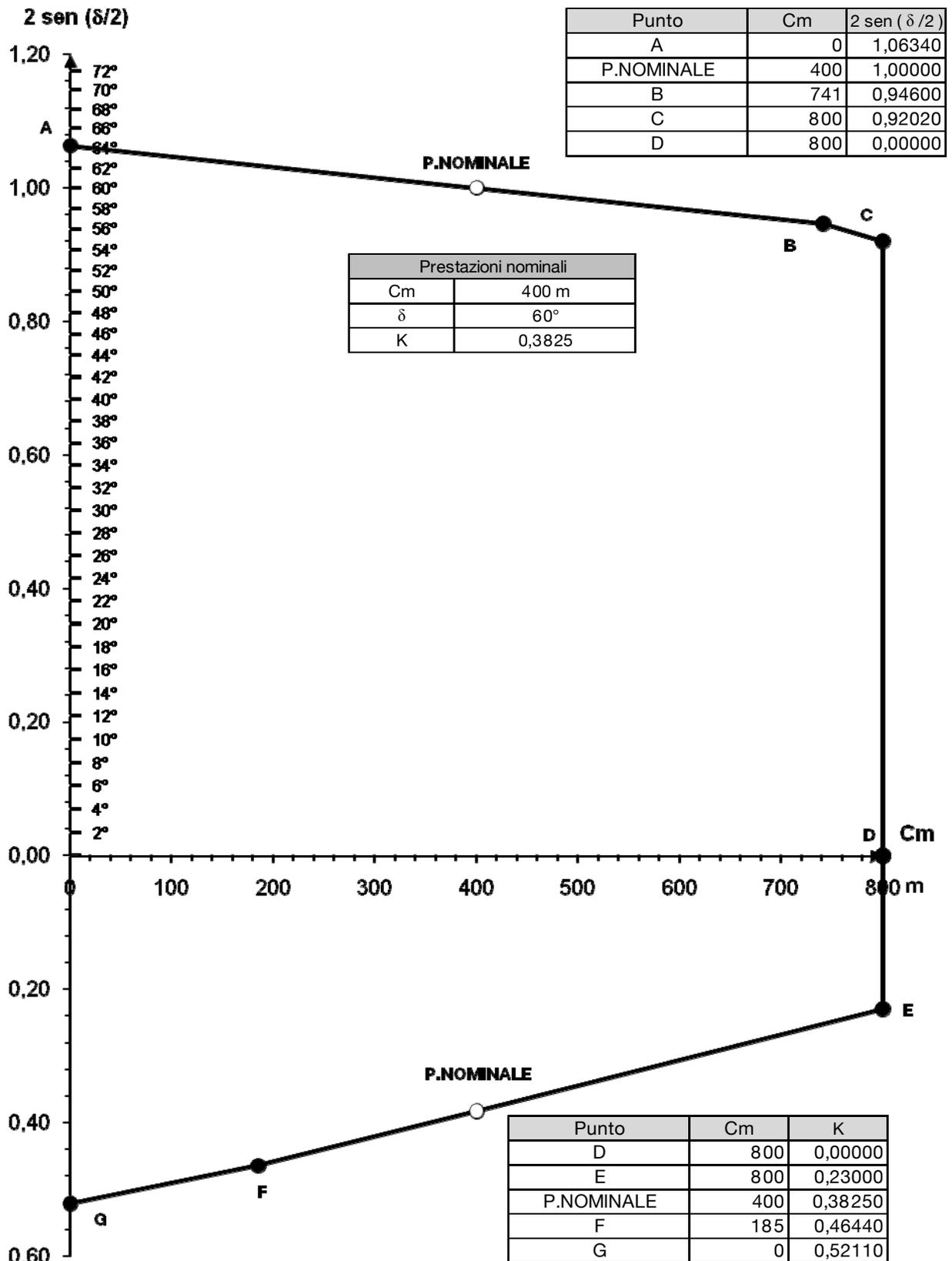
Le caratteristiche geometriche del picchetto **Cm** = campata media, **δ** = angolo di deviazione, **K** = costante altimetrica ⁽⁵⁾.



⁴ I valori fra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate calcolate tenendo conto della presenza di sfere di segnalazione per il volo a bassa quota, con diametro di 60 cm, installate sull'intera campata.

⁵ L'espressione di K è $K = \frac{h_1}{a_1} + \frac{h_2}{a_2}$ (vedi fig.1) 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, δ) 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}, δ_i, K_i) è necessario che i punti (C_{m_i}, δ_i) e (C_{m_i}, K_i) siano compresi rispettivamente nei campi di utilizzazione trasversale e verticale.

3.3 IPOTESI NORMALI ED ECCEZIONALI

Le azioni esterne per il calcolo del sostegno sono state determinate nelle condizioni **MSA** e **MSB**, sia nelle ipotesi di conduttori e corda di guardia integri (ipotesi normale), sia nelle ipotesi di rottura di conduttori e/o corde di guardia secondo quanto prescritto dalle norme (ipotesi eccezionale).

3.3.1 IPOTESI NORMALE

AZIONI TRASVERSALI E VERTICALI

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

AZIONI LONGITUDINALI

Corda di guardia

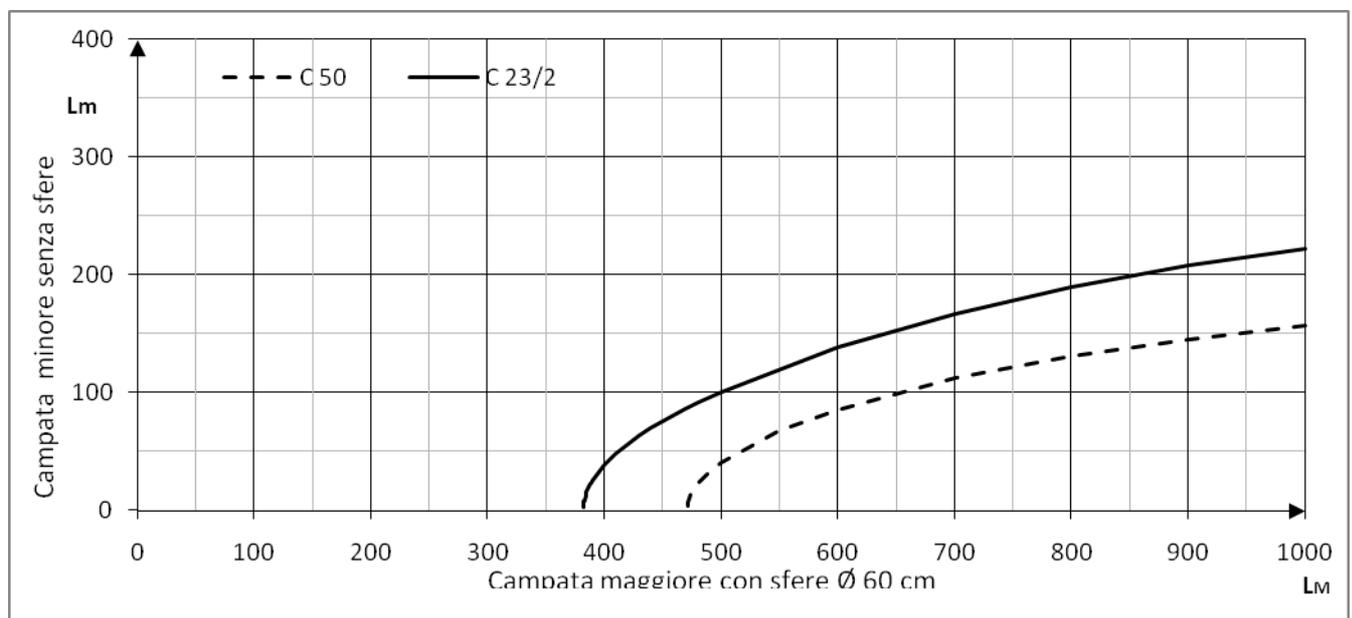
Per la corda di guardia (amarrata ad ogni sostegno) è stato considerato uno squilibrio di tiro per tenere conto della diversa lunghezza delle campate adiacenti al sostegno e di eventuali sfere di segnalazione area per il volo a bassa quota installate sulle corde di guardia con un intervallo \leq di 30 m.

Per ogni picchetto si dovrà perciò verificare mediante l'equazione del cambiamento di stato (1) che l'effettiva differenza di tiro nelle condizioni **MSA** e **MSB** 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 nel diagramma 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) si trova al disopra della curva la verifica è positiva, poiché lo squilibrio di tiro è minore di quello di calcolo.

Fig.3

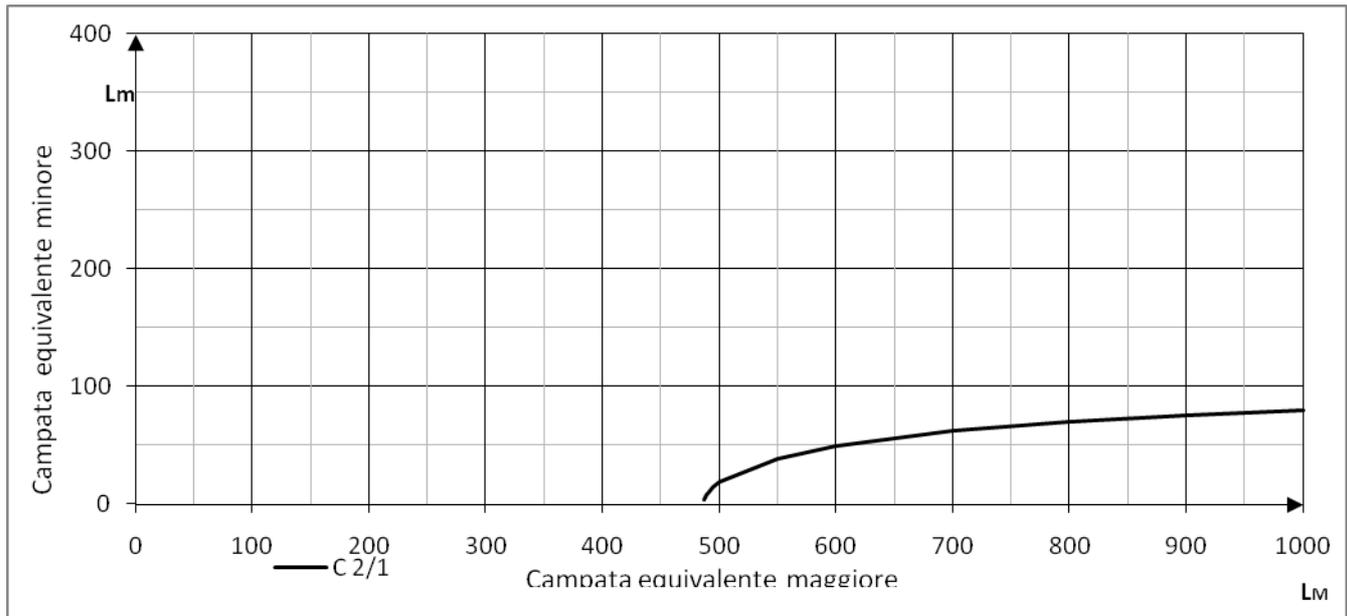


Conduttori

Per i conduttori è stato considerato uno squilibrio di tiro per tenere conto rispettivamente della diversa lunghezza delle campate equivalenti delle due tratte adiacenti al sostegno.

Per ogni picchetto si dovrà perciò verificare tramite (1) che la effettiva differenza di tiro nelle condizioni **MSA** e **MSB** sia minore o eguale al valore di squilibrio considerato per il calcolo del sostegno.

Riportando in ascisse la campata equivalente 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) si trova al disopra del diagramma la verifica è positiva, poiché lo squilibrio di tiro è minore di quello di calcolo.



3.3.2 IPOTESI ECCEZIONALE

AZIONI TRASVERSALI E VERTICALI

CONDUTTORI Per i conduttori i valori sono stati ottenuti moltiplicando per 5/6 le corrispondenti azioni in ipotesi normale depurate dai valori della spinta del vento t^* sulle catene di isolatori e morsetteria e del relativo peso p^* , assunti costanti in entrambe le ipotesi.

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

AZIONI LONGITUDINALI

Sono state assunte pari al tiro orizzontale T_0 dei conduttori e della corda di guardia.

3.4 AZIONI ESTERNE PER IL CALCOLO DEL SOSTEGNO

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

STATO DEI CONDUTTORI	IPOTESI	CONDUTTORE ⁽⁶⁾			CORDA DI GUARDIA ⁽⁶⁾		
		C 2/1			C 50 / C 60 ⁽⁷⁾		
		T (daN)	P (daN)	L (daN)	T (daN)	P (daN)	L (daN)
MSA	NORMALE	20104	9158	624	3542 (4235)	1434 (1700)	500 (1015)
		20104	0	624	3542 (4235)	0	500 (1015)
	ECCEZIONALE ⁽⁸⁾	16820	7774	5200	1771 (2118)	717 (850)	2750 (3261)
		16820	0	5200	1771 (2118)	0	2750 (3261)
MSB	NORMALE	20199	13348	756	3954 (4225)	2286 (2483)	800 (1190)
		20199	0	756	3954 (4225)	0	800 (1190)
	ECCEZIONALE ⁽⁸⁾	16850	11265	6300	1977 (2113)	1143 (1242)	3600 (3832)
		16850	0	6300	1977 (2113)	0	3600 (3832)

Mediante le relazioni (2, 3) si può verificare come tutte le terne di prestazioni geometriche (Cm, δ , K) tali che il punto (Cm, δ) sia compreso nel "campo di utilizzazione trasversale" e il punto (Cm, K) sia compreso nel "campo di utilizzazione verticale" le azioni trasversali e verticali (sia per i conduttori che per corde di guardia) nelle condizioni **MSA** e **MSB** risultino inferiori o eguali a quelle considerate per il calcolo del sostegno e riportate nella tabella precedente.

N.B. Il calcolo di verifica del sostegno è stato eseguito considerando le azioni esterne del conduttore indicato e della corda di guardia \varnothing 17,9 mm (C50 / C 60) con installate le sfere di segnalazione per il volo a bassa quota del diametro di 60 cm (valori fra parentesi). Per l'impiego di tipologie di corde incorporanti fibre ottiche aventi lo stesso diametro esterno ma con caratteristiche meccaniche differenti, potrebbe essere necessario ridurre il tiro orizzontale in EDS nel caso che il tiro orizzontale T_o in **MSA** e **MSB** risultino superiori a quelli riportati nella tabella al punto 3.1.

⁶ Per ciascuna ipotesi normale ed eccezionale viene considerato separatamente il caso in cui l'azione verticale P sia quella corrispondente alla campata gravante massima e il caso di campata gravante nulla, che per alcune aste può risultare più severa.

⁷ I valori fra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate calcolate tenendo conto della presenza di sfere di segnalazione per il volo a bassa quota, con diametro di 60 cm, installate sull'intera campata.

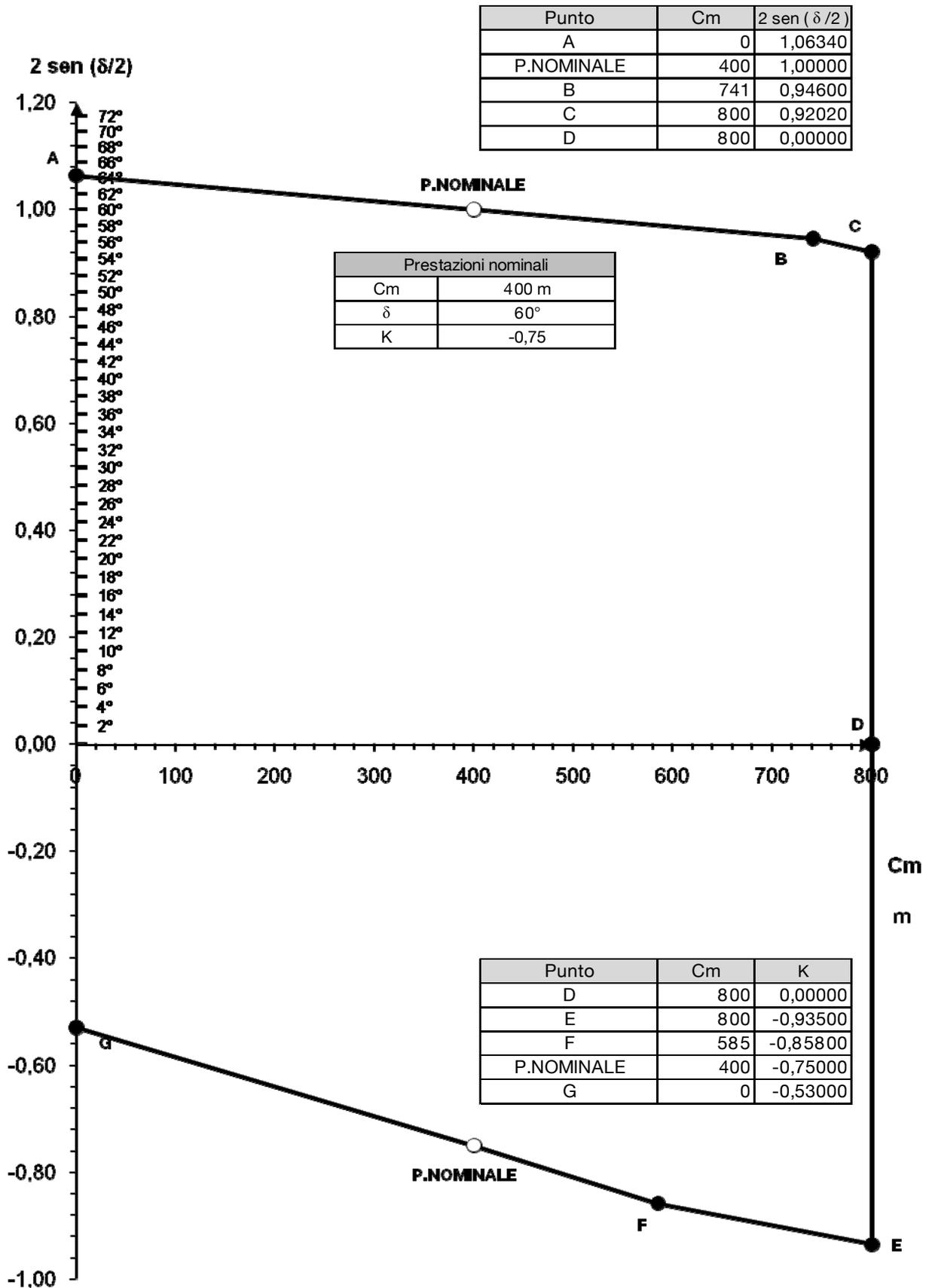
⁸ Rottura di uno dei conduttori su due delle tre fasi ovvero, in alternativa, rottura della corda di guardia e di un conduttore su di una fase. I valori indicati si riferiscono ovviamente alle sole fasi o corde di guardia rotte.

3.5 UTILIZZAZIONE DEL SOSTEGNO CON CARICO VERTICALE NEGATIVO

Per il sostegno C impiegato come amarro è stata prevista anche la possibilità di utilizzazione con carico verticale negativo – P (tiro in alto) .

Si è ottenuto in tal modo il diagramma di utilizzazione meccanica riportato qui di seguito.

3.6 DIAGRAMMA DI UTILIZZAZIONE DEL SOSTEGNO PER CARICO VERTICALE NEGATIVO



3.7 AZIONI ESTERNE PER IL CALCOLO DEL SOSTEGNO

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

STATO DEI CONDUTTORI	IPOTESI	CONDUTTORE (°)			CORDA DI GUARDIA (°)		
		C 2/1			C 50 / C 60 (10)		
		T (daN)	P (daN)	L (daN)	T (daN)	P (daN)	L (daN)
MSA	NORMALE	20104	-9138	624	3542 (4235)	-1928 (-2262)	500 (1015)
	ECCEZIONALE (11)	16820	-7474	5200	1771 (2118)	-964 (-1131)	2750 (3261)
MSB	NORMALE	20199	-9305	756	3954 (4225)	-2005 (-2097)	800 (1190)
	ECCEZIONALE (11)	16850	-7613	6300	1977 (2113)	-1003 (-1049)	3600 (3832)

Mediante le relazioni (2, 3) si può verificare come tutte le terne di prestazioni geometriche (Cm, δ, K) tali che il punto (Cm, δ) sia compreso nel "campo di utilizzazione trasversale" e il punto (Cm, K) sia compreso nel "campo di utilizzazione verticale" le azioni trasversali e verticali (sia per i conduttori che per corde di guardia) nelle condizioni **MSA** e **MSB** risultino inferiori o eguali a quelle considerate per il calcolo del sostegno e riportate nella tabella precedente.

N.B. Il calcolo di verifica del sostegno è stato eseguito considerando le azioni esterne del conduttore indicato e della corda di guardia Ø 17,9 mm (C50 / C 60) con installate le sfere di segnalazione per il volo a bassa quota del diametro di 60 cm (valori fra parentesi). Per l'impiego di tipologie di corde incorporanti fibre ottiche aventi lo stesso diametro esterno ma con caratteristiche meccaniche differenti, potrebbe essere necessario ridurre il tiro orizzontale in EDS nel caso che il tiro orizzontale T_o in MSA e MSB risultino superiori a quelli riportati nella tabella al punto 3.1.

⁹ Per ciascuna ipotesi normale ed eccezionale viene considerato separatamente il caso in cui l'azione verticale P sia quella corrispondente alla campata gravante massima e il caso di campata gravante nulla, che per alcune aste può risultare più severa.

¹⁰ I valori fra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate calcolate tenendo conto della presenza di sfere di segnalazione per il volo a bassa quota, con diametro di 60 cm, installate sull'intera campata.

¹¹ Rottura di uno dei conduttori su due delle tre fasi ovvero, in alternativa, la rottura della corda di guardia e di un conduttore su di una fase. I valori indicati si riferiscono ovviamente alle sole fasi o corde di guardia rotte.

4 UTILIZZAZIONE MECCANICA DEL SOSTEGNO IMPIEGATO COME CAPOLINEA

Il sostegno C è impiegato anche come capolinea, in questo caso si indica con α l'angolo di deviazione lato linea rispetto al piano di simmetria longitudinale del sostegno e con β l'angolo di deviazione lato portale, come riportato nella figura sottostante.

Le campate di collegamento portale – capolinea sono realizzate con un fascio di conduttori binati $\varnothing 36$ o 41.1 mm.

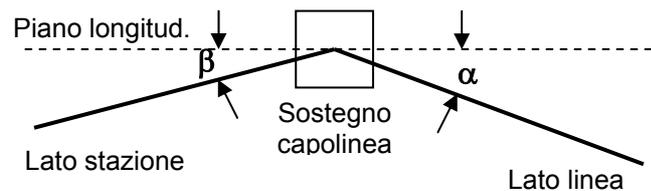


Fig. 5

4.1 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:

Conduttori o Corda di guardia	{	Azione trasversale	$T = n \cdot v \cdot C_m + n \cdot \sin \alpha \cdot T_0 + t^*$	(4)
		Azione longitudinale	$L = n \cdot \cos \alpha \cdot T_0$	(5)

Ove:

- n = numero dei cavi per il fascio dei conduttori o della corda di guardia
- v = spinta del vento per metro di conduttore o di corda di guardia (vedi valori riportati al punto 2.2)
- p = peso per metro di conduttore o di corda di guardia (vedi valori riportati al punto 2.2)
- T_0 = tiro orizzontale nel conduttore o nella corda di guardia
- t^* = spinta del vento sulle catene di isolatori e sulla morsetteria
- p^* = peso delle catene di isolatori e della morsetteria

Si può verificare per tutte le prestazioni geometriche (C_m , α) comprese nel campo di utilizzazione trasversale che la somma dei valori T e L ricavati tramite le relazioni (4, 5) nelle condizioni di carico **MSA – MSB** risultano essere inferiori o uguali alla somma dei valori T ed L riportati nelle tabelle ai punti 4.3 e 4.5 e relativi alla condizione di impiego $\alpha = 0$ cui corrisponde il massimo valore dell'azione longitudinale.

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

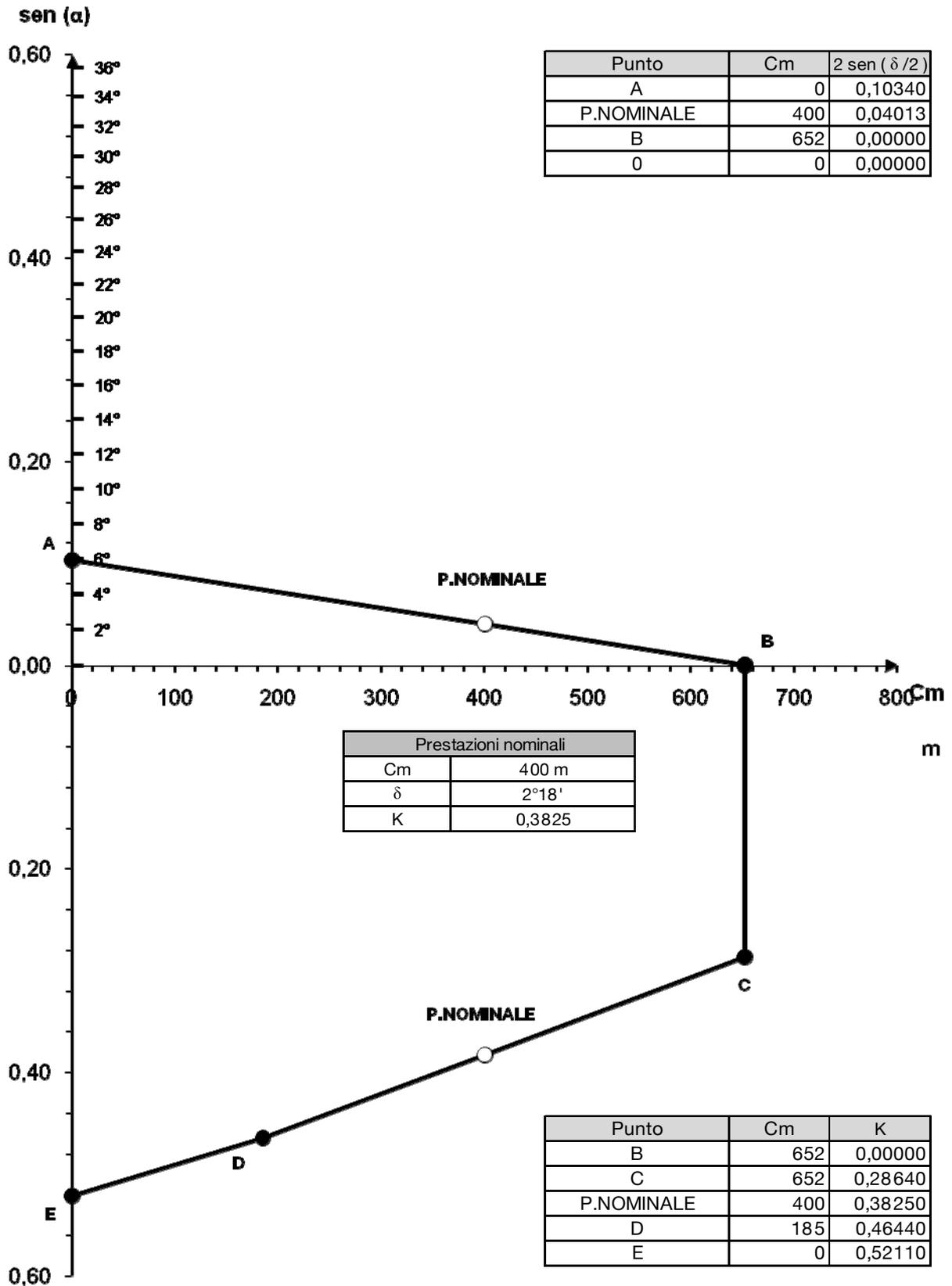
Si noti ancora che il sostegno è stato calcolato considerando nullo il tiro (1) nella campata di collegamento al portale, nella realtà tale tiro avrà invece un valore non nullo, benchè modesto, ma l'approssimazione agisce a favore della sicurezza, purchè l'angolo β non superi il valore di 45° .

Infatti se il tiro orizzontale nella campata portale – capolinea $T'_0 \neq 0$ le relazioni (4, 5) diventano:

Conduttori	{	Azione trasversale	$T = 3 \cdot v \cdot C_m + 3 \cdot \sin \alpha \cdot T_0 + t^* + 2 \cdot \sin \beta \cdot T'_0$	(4)
		Azione longitudinale	$L = 3 \cdot \cos \alpha \cdot T_0 - 2 \cdot \cos \beta \cdot T'_0$	(5)

La somma T + L non supera il valore di calcolo finchè $\sin \beta \leq \cos \beta$, ossia $\beta \leq 45^\circ$.

4.2 DIAGRAMMA DI UTILIZZAZIONE DEL SOSTEGNO COME CAPOLINEA



4.3 AZIONI ESTERNE PER IL CALCOLO DEL SOSTEGNO

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

STATO DEI CONDUTTORI	IPOTESI	CONDUTTORE ⁽¹²⁾			CORDA DI GUARDIA ⁽⁹⁾		
		C 2/1			C 50 / C 60 ⁽¹³⁾		
		T (daN)	P (daN)	L (daN)	T (daN)	P (daN)	L (daN)
MSA	NORMALE	5128	9158	15600	1292 (1006)	1434 (1700)	2750 (3261)
	ECCEZIONALE ⁽¹⁴⁾	3552	6389	10400	0	0	0
MSB	NORMALE	2055	13348	18900	760 (528)	2286 (2483)	3600 (3832)
	ECCEZIONALE ⁽¹¹⁾	1403	9182	12600	0	0	0

Mediante le relazioni (3, 4, 5) si può verificare come tutte le terne di prestazioni geometriche (Cm, δ , K) tali che il punto (Cm, δ) sia compreso nel "campo di utilizzazione trasversale" e il punto (Cm, K) sia compreso nel "campo di utilizzazione verticale" le azioni trasversali e verticali (sia per i conduttori che per corde di guardia) nelle condizioni **MSA** e **MSB** risultino inferiori o eguali a quelle considerate per il calcolo del sostegno e riportate nella tabella precedente.

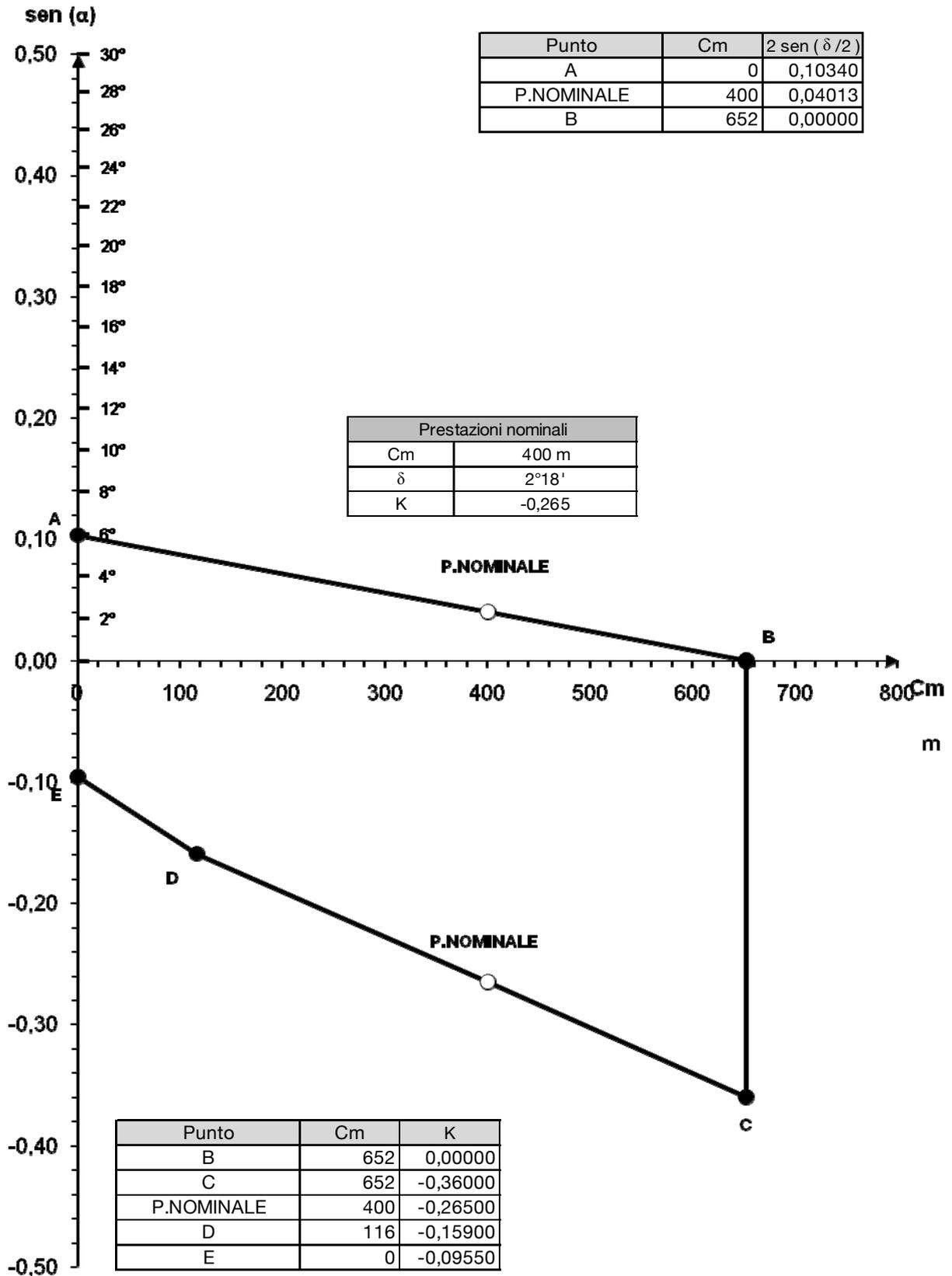
N.B. Il calcolo di verifica del sostegno è stato eseguito considerando le azioni esterne del conduttore indicato e della corda di guardia \varnothing 17,9 mm (C50 / C 60) con installate le sfere di segnalazione per il volo a bassa quota del diametro di 60 cm (valori fra parentesi). Per l'impiego di tipologie di corde incorporanti fibre ottiche aventi lo stesso diametro esterno ma con caratteristiche meccaniche differenti, potrebbe essere necessario ridurre il tiro orizzontale in EDS nel caso che il tiro orizzontale T_0 in MSA e MSB risultino superiori a quelli riportati nella tabella al punto 3.1.

¹² Per ciascuna ipotesi normale ed eccezionale viene considerato separatamente il caso in cui l'azione verticale P sia quella corrispondente alla campata gravante massima e il caso di campata gravante nulla, che per alcune aste può risultare più severa.

¹³ I valori fra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate calcolate tenendo conto della presenza di sfere di segnalazione per il volo a bassa quota, con diametro di 60 cm, installate sull'intera campata.

¹⁴ Rottura di uno dei conduttori su due delle tre fasi ovvero, in alternativa, rottura della corda di guardia e di un conduttore su di una fase. I valori indicati si riferiscono ovviamente alle sole fasi o corde di guardia rotte.

4.4 DIAGRAMMA DI UTILIZZAZIONE DEL SOSTEGNO COME CAPOLINEA PER CARICO VERTICALE NEGATIVO



4.5 AZIONI ESTERNE PER IL CALCOLO DEL SOSTEGNO

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

STATO DEI CONDUTTORI	IPOTESI	CONDUTTORE ⁽¹⁵⁾			CORDA DI GUARDIA ⁽⁹⁾		
		C 2/1			C 50 / C 60 ⁽¹⁶⁾		
		T (daN)	P (daN)	L (daN)	T (daN)	P (daN)	L (daN)
MSA	NORMALE	5128	-1444	15600	1292 (1006)	-466 (-533)	2750 (3261)
	ECCEZIONALE ⁽¹⁷⁾	3552	-821	10400	0	0	0
MSB	NORMALE	2065	-1399	18900	760 (528)	-378 (-378)	3600 (3832)
	ECCEZIONALE ⁽¹¹⁾	1403	-791	12600	0	0	0

Mediante le relazioni (3, 4, 5) si può verificare come tutte le terne di prestazioni geometriche (Cm, δ , K) tali che il punto (Cm, δ) sia compreso nel "campo di utilizzazione trasversale" e il punto (Cm, K) sia compreso nel "campo di utilizzazione verticale" le azioni trasversali e verticali (sia per i conduttori che per corde di guardia) nelle condizioni **MSA** e **MSB** risultino inferiori o eguali a quelle considerate per il calcolo del sostegno e riportate nella tabella precedente.

N.B. Il calcolo di verifica del sostegno è stato eseguito considerando le azioni esterne del conduttore indicato e della corda di guardia \varnothing 17,9 mm (C50 / C 60) con installate le sfere di segnalazione per il volo a bassa quota del diametro di 60 cm (valori fra parentesi). Per l'impiego di tipologie di corde incorporanti fibre ottiche aventi lo stesso diametro esterno ma con caratteristiche meccaniche differenti, potrebbe essere necessario ridurre il tiro orizzontale in EDS nel caso che il tiro orizzontale T_0 in MSA e MSB risultino superiori a quelli riportati nella tabella al punto 3.1.

¹⁵ Per ciascuna ipotesi normale ed eccezionale viene considerato separatamente il caso in cui l'azione verticale P sia quella corrispondente alla campata gravante massima e il caso di campata gravante nulla, che per alcune aste può risultare più severa.

¹⁶ I valori fra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate calcolate tenendo conto della presenza di sfere di segnalazione per il volo a bassa quota, con diametro di 60 cm, installate sull'intera campata.

¹⁷ Rottura di uno dei conduttori su due delle tre fasi ovvero, in alternativa, rottura della corda di guardia e di un conduttore su di una fase. I valori indicati si riferiscono ovviamente alle sole fasi o corde di guardia rotte.

LINEA ELETTRICA AEREA A 380 kV SEMPLICE TERNA AD "Y"**ISOLAMENTO NORMALE**

Conduttori Ø 31,5 trinati – Zona B EDS 20%

UTILIZZAZIONE DEL SOSTEGNO "EA"**CALCOLO DELLE AZIONI ESTERNE SUL SOSTEGNO****Storia delle revisioni**

Rev. 00	del 03/06/2008	Prima emissione.
Rev. 01	del 03/06/2010	Eseguite modifiche redazionali.

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

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. B0006662 – Rev.1 del 10/03/2010**

1 CARATTERISTICHE GENERALI

Conduttore	All. Acc. \varnothing 31,5 mm (C 2/1) un fascio di tre conduttori per ciascuna fase
Corda di guardia	Acciaio \varnothing 11,5 mm (C 23/2); Acc.-Lega All.- ACS con fibre ottiche \varnothing 17,9 mm (C 50 / C 60) ⁽¹⁾
Isolatori	Vetro temperato a cappa e perno in catene di 21 elementi (passo 146mm) o di 18 elementi (passo 170 mm) nelle sospensioni semplici o doppie e di 19 elementi (passo 170 mm) negli amarri.
Tipo fondazione	Misto ferro – calcestruzzo a piedini separati.
Tipo sfera di segnalazione aerea	Diametro 60 cm; peso 5,5 Kg; passo d'installazione \leq 30 m.
Messa a terra	Secondo le norme citate.
Larghezza linea	16 m tra i conduttori esterni.

2 CONDUTTORI E CORDA DI GUARDIA

2.1 CARATTERISTICHE PRINCIPALI

		CONDUTTORE			CORDA DI GUARDIA		
		C 2/1	C 23/2	C 50 / C 60	C 23/2	C 50 / C 60	C 50 / C 60
MATERIALE		All. Acc.	Acciaio	Acc.-Lega All.- ACS			
DIAMETRO CIRCOSCRITTO (mm.)		31,5	11,5	17,9			
SEZIONI TEORICHE	ALLUMINIO (mm ²)	519,50	0	118,90 (Al + Lega Al)			
	ACCIAIO (mm ²)	65,80	78,94	57,70			
	TOTALE (mm ²)	583,30	78,94	176,60			
MASSA UNITARIA (Kg/m.)		1,953	0,621	0,820			
MODULO DI ELASTICITA' (N/mm ²)		68000	175000	88000			
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE (1/°C)		19,4 X 10 ⁻⁶	11,5 X 10 ⁻⁶	17 X 10 ⁻⁶			
CARICO DI ROTTURA (daN.)		16852	12231	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 per il conduttore 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		
		C 2/1	C 23/2	C 50 / C 60	C 23/2	C 50 / C 60	C 50 / C 60
TIRO ORIZZONTALE IN EDS (daN)		3370	1113	1480			

CONDIZIONI DERIVATE

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

MSB: -20° C, vento alla velocità di 65 km/h, spessore manicotto di ghiaccio di 12 mm.

¹ I valori fra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate calcolate tenendo conto della presenza di sfere di segnalazione per il volo a bassa quota, con diametro di 60 cm, installate sull'intera campata.

In detta condizione i tiri sono ottenuti risolvendo l'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:

α = Coefficiente di dilatazione termica del conduttore o della corda di guardia

S = Sezione totale del conduttore o della corda di guardia

E = Modulo di elasticità del conduttore o della corda di guardia

L = Campata equivalente (²) della tratta nel caso di conduttore ovvero campata reale nel caso di corda di guardia

Condizione base

Θ_b = Temperatura del conduttore o della corda di guardia

p'_b = Carico risultante del conduttore o della corda di guardia per un metro lineare

T_b = Tiro orizzontale del conduttore o della corda di guardia

Condizione derivata

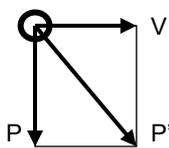
Θ_d = Temperatura del conduttore o della corda di guardia

p'_d = Carico risultante del conduttore o della corda di guardia per un metro lineare

T_d = Tiro orizzontale del conduttore o della corda di guardia

Nella tabella seguente sono riportati per il conduttore o per la corda di guardia i valori della spinta del vento, di peso e di carico risultante per metro lineare nelle condizioni **EDS – MSA – MSB**.

		CONDUTTORE			CORDA DI GUARDIA (³)		
		C 2/1	C 23/2	C 50 / C 60	C 23/2	C 50 / C 60	C 50 / C 60
CONDIZIONE EDS	V (daN/m)	0	0	0			
	P (daN/m)	1,916	0,626	0,8044			
	P' (daN/m)	1,916	0,626	0,8044			
CONDIZIONE MSA	V (daN/m)	2,225	0,8123 (1,0897)	1,2643 (1,5417)			
	P (daN/m)	1,916	0,626 (0,8058)	0,8044 (0,9842)			
	P' (daN/m)	2,936	1,0255 (1,3553)	1,4985 (1,8291)			
CONDIZIONE MSB	V (daN/m)	0,980	0,6269 (0,6962)	0,740 (0,8092)			
	P (daN/m)	3,396	1,4244 (1,6042)	1,8217 (2,0015)			
	P' (daN/m)	3,5345	1,5563 (1,7487)	1,9663 (2,1589)			



V = spinta del vento per metro di conduttore o della corda di guardia (daN/m)

P = peso per metro di conduttore o della corda di guardia (daN/m)

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

L'equazione del cambiamento di stato per la determinazione del tiro orizzontale è stata eseguita facendo variare il valore L per:

- Il conduttore in un intervallo delle campate equivalenti pari a 200 m ÷ 800 m.
- la corda di guardia in un intervallo delle campate reali pari a 100 m ÷ 1000 m.

² $L = \sqrt{\frac{\sum Li^3}{\sum Li}}$ ove le Li sono le campate reali comprese fra due successivi amari

³ I valori fra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate calcolate tenendo conto della presenza di sfere di segnalazione per il volo a bassa quota, con diametro di 60 cm, installate sull'intera campata.

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 indotte dai conduttori e dalle corde di guardia nelle due ipotesi **MSA** e **MSB**.

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

$$\text{Conduttori o Corda di guardia} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{Azione trasversale } T = n \cdot v \cdot C_m + n \cdot 2 \cdot \sin \delta / 2 \cdot T_0 + t^* \quad (2) \\ \text{Azione verticale } P = n \cdot p \cdot C_m + n \cdot K \cdot T_0 + p^* \quad (3) \end{array} \right.$$

Ove:

- n = numero dei cavi per il fascio di conduttori o della corda di guardia
- v = spinta del vento per metro di conduttore o di corda di guardia (vedi valori riportati al punto 2.2)
- P = peso per metro di conduttore o di corda di guardia (vedi valori riportati al punto 2.2)
- T₀ = tiro orizzontale nel conduttore o nella corda di guardia
- t* = spinta del vento sulle catene di isolatori e sulla morsetteria
- p* = peso delle catene di isolatori e della morsetteria

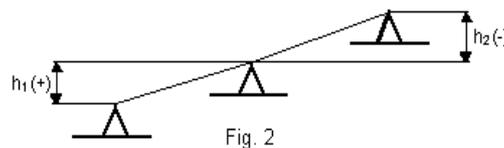
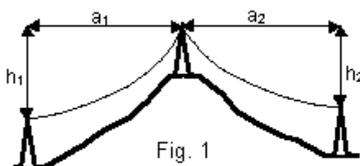
I valori di T₀ di t* e p* sono riportati nella seguente tabella:

		CONDUTTORE (n=3)			CORDA DI GUARDIA (n=1) ⁽⁴⁾	
		C 2/1	C 23/2	C 50 / C 60	C 23/2	C 50 / C 60
CONDIZIONE MSA	T ₀ (daN)	5200	2080 (2613)	2750 (3261)		
	t* (daN)	400	0	0		
	p* (daN)	850	0	0		
CONDIZIONE MSB	T ₀ (daN)	6300	3160 (3324)	3600 (3832)		
	t* (daN)	100	0	0		
	p* (daN)	850	0	0		

Dal confronto dei tiri orizzontali, delle spinte del vento e dei pesi delle corde di guardia nelle ipotesi **MSA** e **MSB** si evince che la corda di guardia C 50 / C 60 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 3.4) sono state determinati con la corda di guardia C 50 / C 60. L'utilizzo di altre corde di guardia diverse dalla C 50 / C 60 obbliga il Progettista a realizzare le necessarie verifiche strutturali e a descriverne il diagramma d'impiego (fig.3).

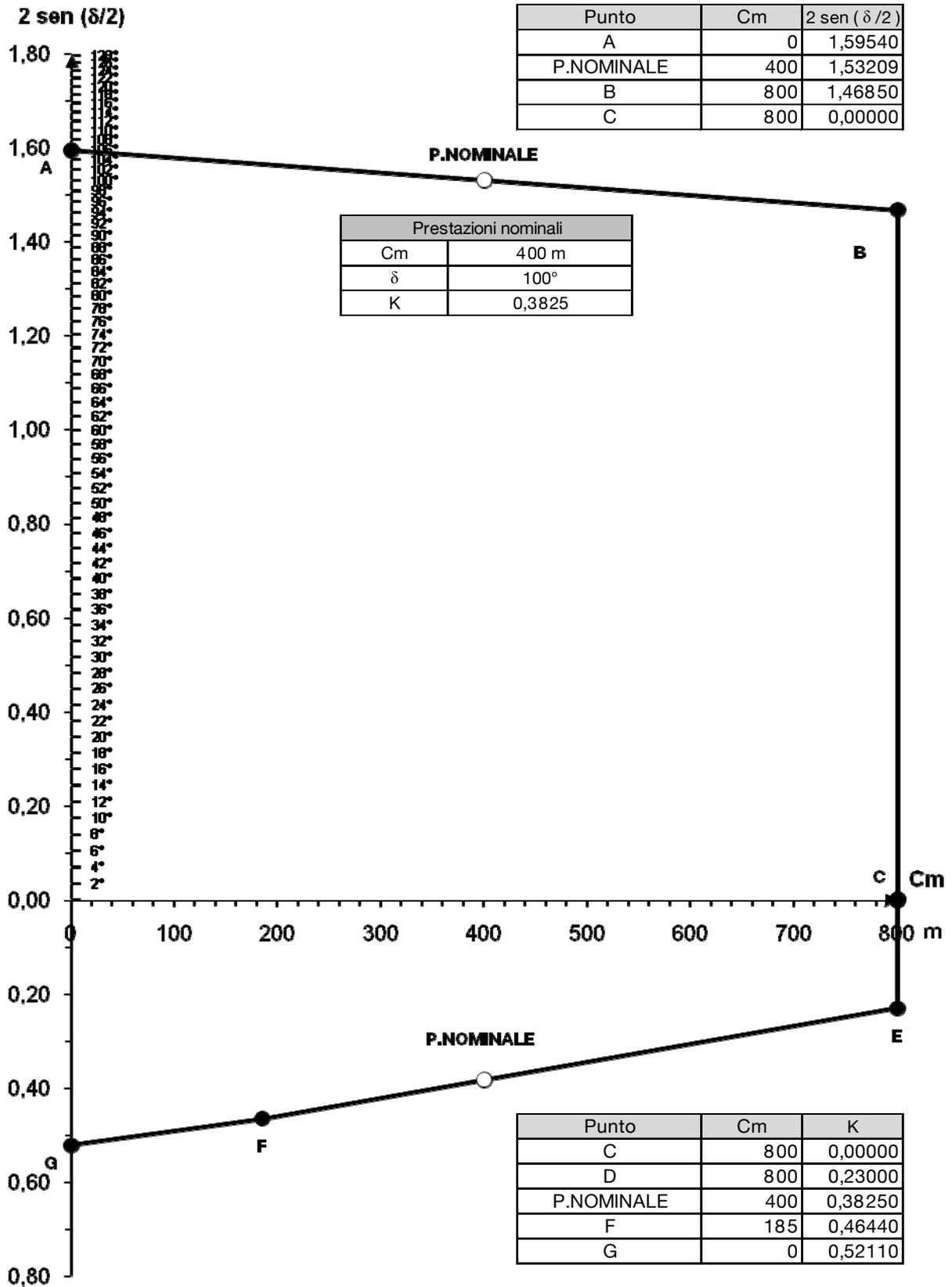
Le caratteristiche geometriche del picchetto **Cm** = campata media, **δ** = angolo di deviazione, **K** = costante altimetrica ⁽⁵⁾.



⁴ I valori fra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate calcolate tenendo conto della presenza di sfere di segnalazione per il volo a bassa quota, con diametro di 60 cm, installate sull'intera campata.

⁵ L'espressione di K è $K = \frac{h_1}{a_1} + \frac{h_2}{a_2}$ (vedi fig.1) 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, δ) 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}, δ_i, K_i) è necessario che i punti (C_{m_i}, δ_i) e (C_{m_i}, K_i) siano compresi rispettivamente nei campi di utilizzazione trasversale e verticale.

3.3 IPOTESI NORMALI ED ECCEZIONALI

Le azioni esterne per il calcolo del sostegno sono state determinate nelle condizioni **MSA** e **MSB**, sia nelle ipotesi di conduttori e corda di guardia integri (ipotesi normale), sia nelle ipotesi di rottura di conduttori e/o corde di guardia secondo quanto prescritto dalle norme (ipotesi eccezionale).

3.3.1 IPOTESI NORMALE

AZIONI TRASVERSALI E VERTICALI

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

AZIONI LONGITUDINALI

Corda di guardia

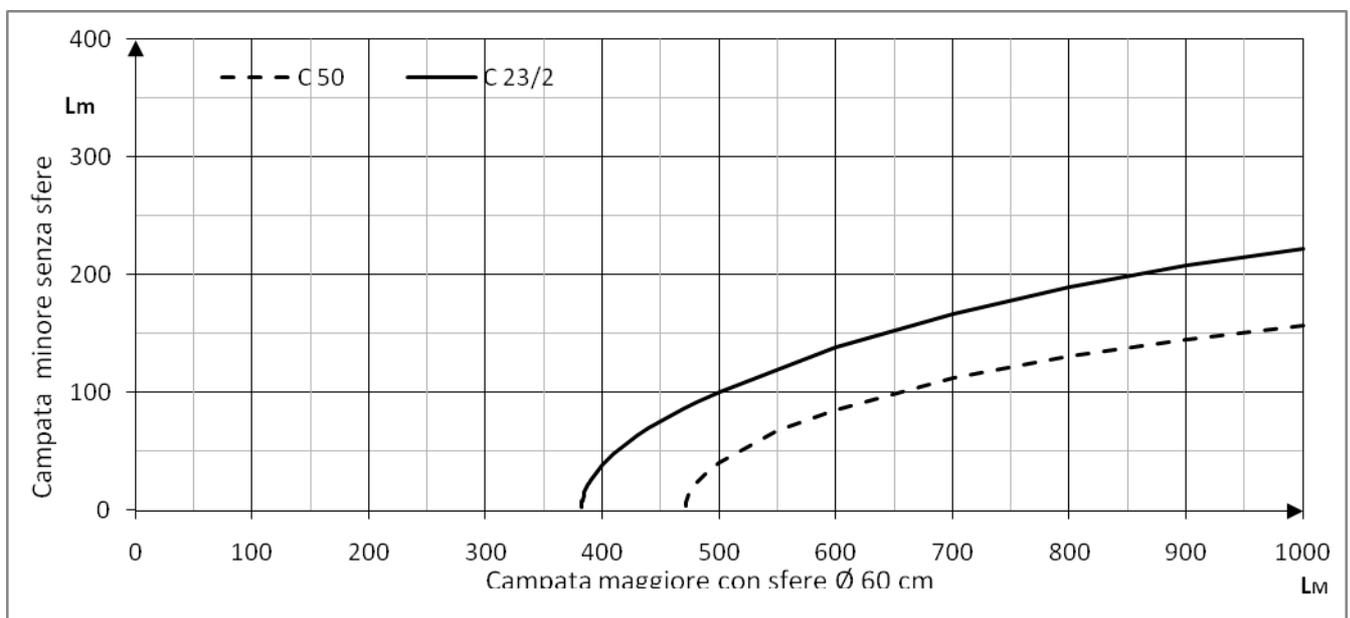
Per la corda di guardia (amarrata ad ogni sostegno) è stato considerato uno squilibrio di tiro per tenere conto della diversa lunghezza delle campate adiacenti al sostegno e di eventuali sfere di segnalazione area per il volo a bassa quota installate sulle corde di guardia con un intervallo \leq di 30 m.

Per ogni picchetto si dovrà perciò verificare mediante l'equazione del cambiamento di stato (1) che l'effettiva differenza di tiro nelle condizioni **MSA** e **MSB** 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 nel diagramma 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) si trova al disopra della curva la verifica è positiva, poiché lo squilibrio di tiro è minore di quello di calcolo.

Fig.3

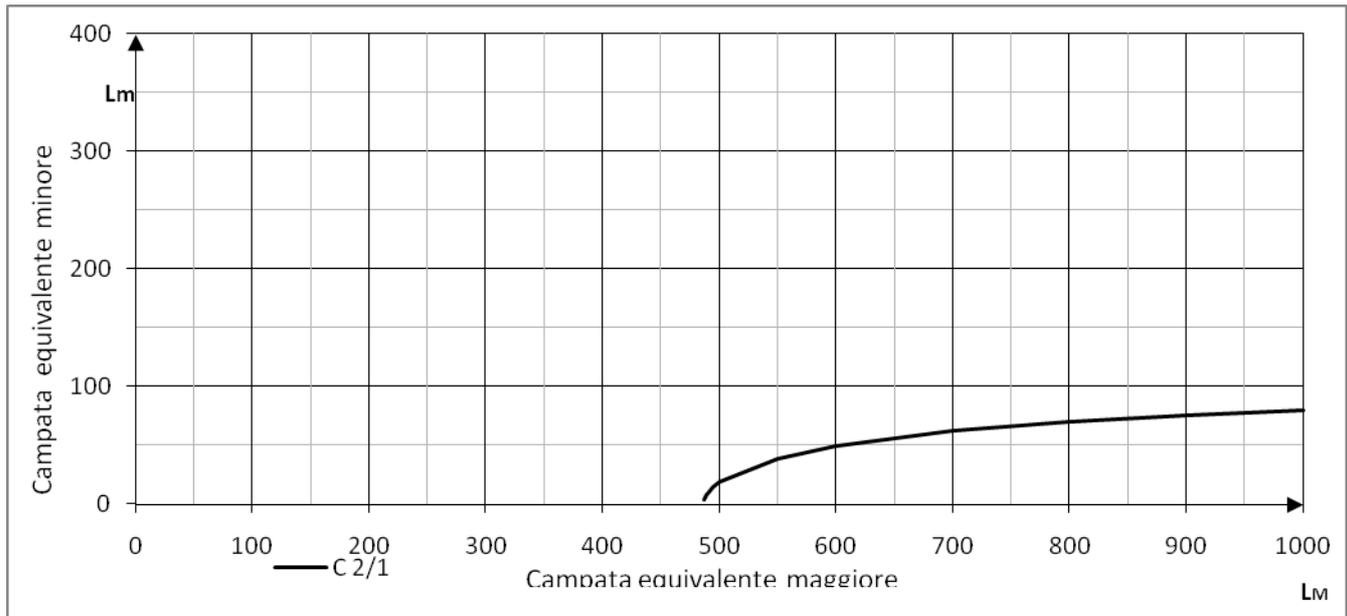


Conduttori

Per i conduttori è stato considerato uno squilibrio di tiro per tenere conto rispettivamente della diversa lunghezza delle campate equivalenti delle due tratte adiacenti al sostegno.

Per ogni picchetto si dovrà perciò verificare tramite (1) che la effettiva differenza di tiro nelle condizioni **MSA** e **MSB** sia minore o eguale al valore di squilibrio considerato per il calcolo del sostegno.

Riportando in ascisse la campata equivalente 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) si trova al disopra del diagramma la verifica è positiva, poiché lo squilibrio di tiro è minore di quello di calcolo.



3.3.2 IPOTESI ECCEZIONALE

AZIONI TRASVERSALI E VERTICALI

CONDUTTORI Per i conduttori i valori sono stati ottenuti moltiplicando per $5/6$ le corrispondenti azioni in ipotesi normale depurate dai valori della spinta del vento t^* sulle catene di isolatori e morsetteria e del relativo peso p^* , assunti costanti in entrambe le ipotesi.

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

AZIONI LONGITUDINALI

Sono state assunte pari al tiro orizzontale T_0 dei conduttori e della corda di guardia.

3.4 AZIONI ESTERNE PER IL CALCOLO DEL SOSTEGNO

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

STATO DEI CONDUTTORI	IPOTESI	CONDUTTORE ⁽⁶⁾			CORDA DI GUARDIA ⁽⁶⁾		
		C 2/1			C 50 / C 60 ⁽⁷⁾		
		T (daN)	P (daN)	L (daN)	T (daN)	P (daN)	L (daN)
MSA	NORMALE	28649	9158	624	5050 (6023)	1434 (1700)	500 (1015)
		28649	0	624	5050 (6023)	0	500 (1015)
	ECCEZIONALE ⁽⁸⁾	23941	7774	5200	2525 (3012)	717 (850)	2750 (3261)
		23941	0	5200	2525 (3012)	0	2750 (3261)
MSB	NORMALE	30254	13348	756	5879 (6275)	2286 (2483)	800 (1190)
		30254	0	756	5879 (6275)	0	800 (1190)
	ECCEZIONALE ⁽⁸⁾	25229	11265	6300	2940 (3138)	1143 (1242)	3600 (3832)
		25229	0	6300	2940 (3138)	0	3600 (3832)

Mediante le relazioni (2, 3) si può verificare come tutte le terne di prestazioni geometriche (Cm, δ , K) tali che il punto (Cm, δ) sia compreso nel "campo di utilizzazione trasversale" e il punto (Cm, K) sia compreso nel "campo di utilizzazione verticale" le azioni trasversali e verticali (sia per i conduttori che per corde di guardia) nelle condizioni **MSA** e **MSB** risultino inferiori o eguali a quelle considerate per il calcolo del sostegno e riportate nella tabella precedente.

N.B. Il calcolo di verifica del sostegno è stato eseguito considerando le azioni esterne del conduttore indicato e della corda di guardia \varnothing 17,9 mm (C50 / C 60) con installate le sfere di segnalazione per il volo a bassa quota del diametro di 60 cm (valori fra parentesi). Per l'impiego di tipologie di corde incorporanti fibre ottiche aventi lo stesso diametro esterno ma con caratteristiche meccaniche differenti, potrebbe essere necessario ridurre il tiro orizzontale in EDS nel caso che il tiro orizzontale T₀ in **MSA** e **MSB** risultino superiori a quelli riportati nella tabella al punto 3.1.

⁶ Per ciascuna ipotesi normale ed eccezionale viene considerato separatamente il caso in cui l'azione verticale P sia quella corrispondente alla campata gravante massima e il caso di campata gravante nulla, che per alcune aste può risultare più severa.

⁷ I valori fra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate calcolate tenendo conto della presenza di sfere di segnalazione per il volo a bassa quota, con diametro di 60 cm, installate sull'intera campata.

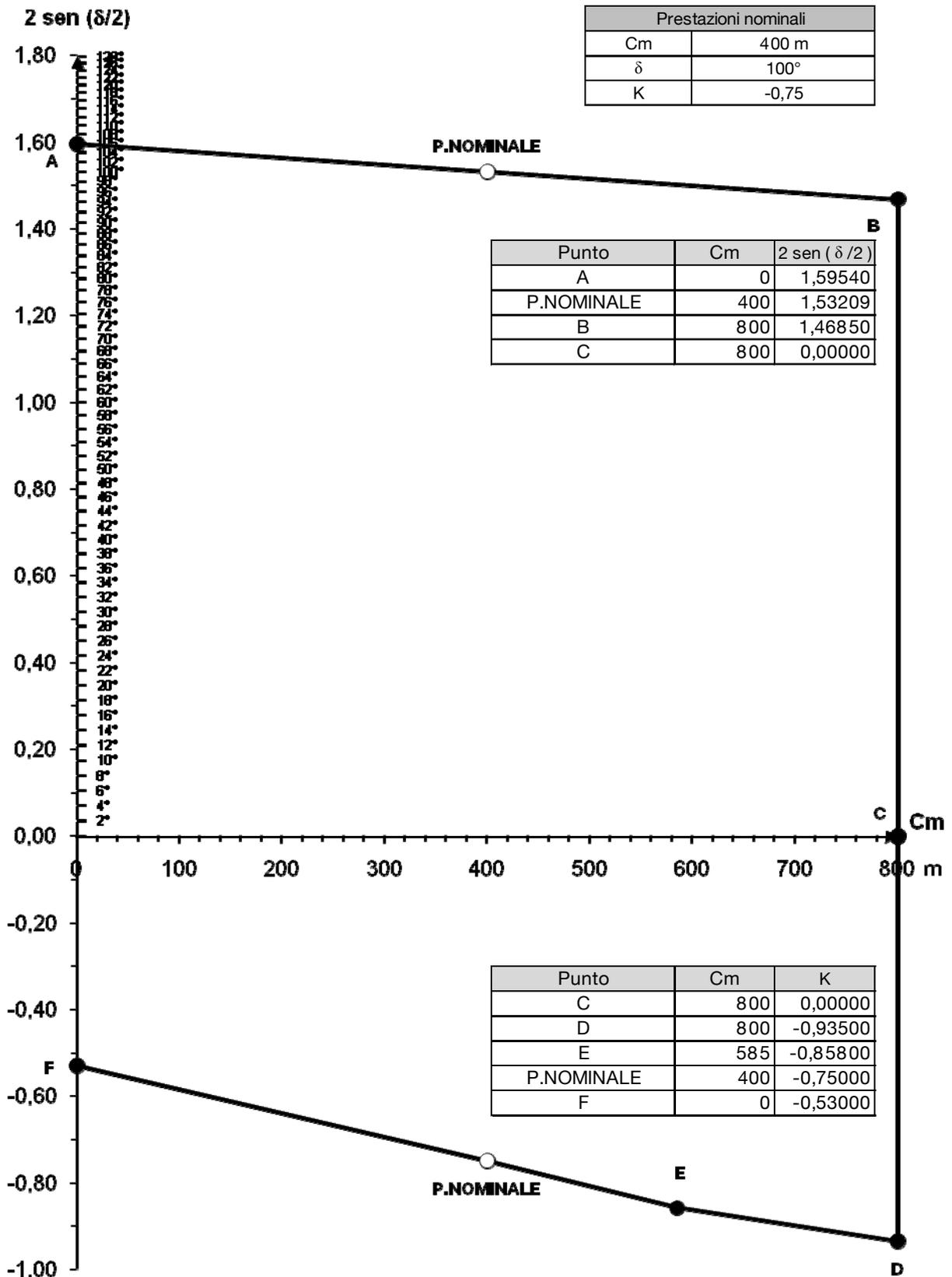
⁸ Rottura di uno dei conduttori su due delle tre fasi ovvero, in alternativa, rottura della corda di guardia e di un conduttore su di una fase. I valori indicati si riferiscono ovviamente alle sole fasi o corde di guardia rotte.

3.5 UTILIZZAZIONE DEL SOSTEGNO CON CARICO VERTICALE NEGATIVO

Per il sostegno E impiegato come amarro è stata prevista anche la possibilità di utilizzazione con carico verticale negativo – P (tiro in alto) .

Si è ottenuto in tal modo il diagramma di utilizzazione meccanica riportato qui di seguito.

3.6 DIAGRAMMA DI UTILIZZAZIONE DEL SOSTEGNO PER CARICO VERTICALE NEGATIVO



3.7 AZIONI ESTERNE PER IL CALCOLO DEL SOSTEGNO

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

STATO DEI CONDUTTORI	IPOTESI	CONDUTTORE (°)			CORDA DI GUARDIA (°)		
		C 2/1			C 50 / C 60 (10)		
		T (daN)	P (daN)	L (daN)	T (daN)	P (daN)	L (daN)
MSA	NORMALE	28649	-9138	624	5050 (6023)	-1928 (-2262)	500 (1015)
	ECCEZIONALE (11)	23941	-7474	5200	2525 (3012)	-964 (-1131)	2750 (3261)
MSB	NORMALE	30254	-9305	756	5879 (6275)	-2005 (-2097)	800 (1190)
	ECCEZIONALE (11)	25229	-7613	6300	2940 (3138)	-1003 (-1049)	3600 (3832)

Mediante le relazioni (2, 3) si può verificare come tutte le terne di prestazioni geometriche (Cm, δ, K) tali che il punto (Cm, δ) sia compreso nel "campo di utilizzazione trasversale" e il punto (Cm, K) sia compreso nel "campo di utilizzazione verticale" le azioni trasversali e verticali (sia per i conduttori che per corde di guardia) nelle condizioni **MSA** e **MSB** risultino inferiori o eguali a quelle considerate per il calcolo del sostegno e riportate nella tabella precedente.

N.B. Il calcolo di verifica del sostegno è stato eseguito considerando le azioni esterne del conduttore indicato e della corda di guardia Ø 17,9 mm (C50 / C 60) con installate le sfere di segnalazione per il volo a bassa quota del diametro di 60 cm (valori fra parentesi). Per l'impiego di tipologie di corde incorporanti fibre ottiche aventi lo stesso diametro esterno ma con caratteristiche meccaniche differenti, potrebbe essere necessario ridurre il tiro orizzontale in EDS nel caso che il tiro orizzontale T_o in MSA e MSB risultino superiori a quelli riportati nella tabella al punto 3.1.

⁹ Per ciascuna ipotesi normale ed eccezionale viene considerato separatamente il caso in cui l'azione verticale P sia quella corrispondente alla campata gravante massima e il caso di campata gravante nulla, che per alcune aste può risultare più severa.

¹⁰ I valori fra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate calcolate tenendo conto della presenza di sfere di segnalazione per il volo a bassa quota, con diametro di 60 cm, installate sull'intera campata.

¹¹ Rottura di uno dei conduttori su due delle tre fasi ovvero, in alternativa, la rottura della corda di guardia e di un conduttore su di una fase. I valori indicati si riferiscono ovviamente alle sole fasi o corde di guardia rotte.

4 UTILIZZAZIONE MECCANICA DEL SOSTEGNO IMPIEGATO COME CAPOLINEA

Il sostegno E è impiegato anche come capolinea, in questo caso si indica con α l'angolo di deviazione lato linea rispetto al piano di simmetria longitudinale del sostegno e con β l'angolo di deviazione lato portale, come riportato nella figura sottostante.

Le campate di collegamento portale – capolinea sono realizzate con un fascio di conduttori binati $\varnothing 36$ o 41.1 mm.

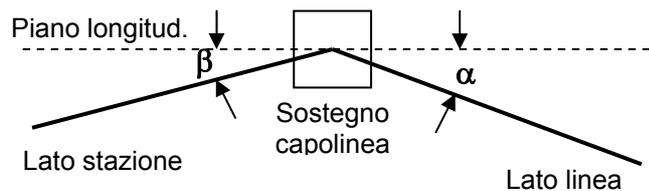


Fig. 5

4.1 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:

Conduttori o Corda di guardia	{	Azione trasversale	$T = n \cdot v \cdot C_m + n \cdot \sin \alpha \cdot T_0 + t^*$	(4)
		Azione longitudinale	$L = n \cdot \cos \alpha \cdot T_0$	(5)

Ove:

- n = numero dei cavi per il fascio dei conduttori o della corda di guardia
- v = spinta del vento per metro di conduttore o di corda di guardia (vedi valori riportati al punto 2.2)
- p = peso per metro di conduttore o di corda di guardia (vedi valori riportati al punto 2.2)
- T_0 = tiro orizzontale nel conduttore o nella corda di guardia
- t^* = spinta del vento sulle catene di isolatori e sulla morsetteria
- p^* = peso delle catene di isolatori e della morsetteria

Si può verificare per tutte le prestazioni geometriche (C_m , α) comprese nel campo di utilizzazione trasversale che la somma dei valori T e L ricavati tramite le relazioni (4, 5) nelle condizioni di carico **MSA – MSB** risultano essere inferiori o uguali alla somma dei valori T ed L riportati nelle tabelle ai punti 4.3 e 4.5 e relativi alla condizione di impiego $\alpha = 0$ cui corrisponde il massimo valore dell'azione longitudinale.

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

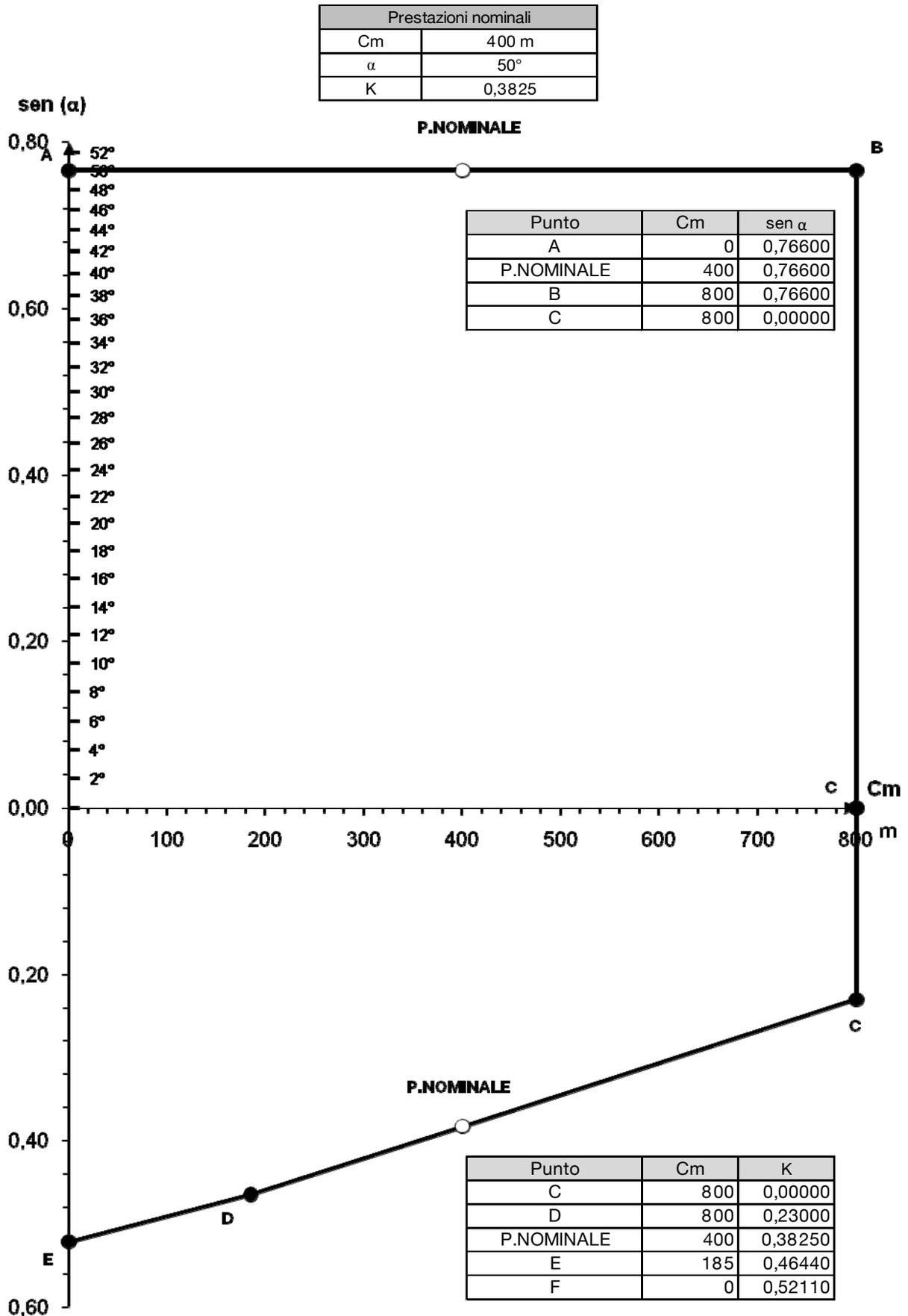
Si noti ancora che il sostegno è stato calcolato considerando nullo il tiro (1) nella campata di collegamento al portale, nella realtà tale tiro avrà invece un valore non nullo, benchè modesto, ma l'approssimazione agisce a favore della sicurezza, purchè l'angolo β non superi il valore di 45° .

Infatti se il tiro orizzontale nella campata portale – capolinea $T'_0 \neq 0$ le relazioni (4, 5) diventano:

Conduttori	{	Azione trasversale	$T = 3 \cdot v \cdot C_m + 3 \cdot \sin \alpha \cdot T_0 + t^* + 2 \cdot \sin \beta \cdot T'_0$	(4)
		Azione longitudinale	$L = 3 \cdot \cos \alpha \cdot T_0 - 2 \cdot \cos \beta \cdot T'_0$	(5)

La somma T + L non supera il valore di calcolo finchè $\sin \beta \leq \cos \beta$, ossia $\beta \leq 45^\circ$.

4.2 DIAGRAMMA DI UTILIZZAZIONE DEL SOSTEGNO COME CAPOLINEA



4.3 AZIONI ESTERNE PER IL CALCOLO DEL SOSTEGNO

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

STATO DEI CONDUTTORI	IPOTESI	CONDUTTORE ⁽¹²⁾			CORDA DI GUARDIA ⁽⁹⁾		
		C 2/1			C 50 / C 60 ⁽¹³⁾		
		T (daN)	P (daN)	L (daN)	T (daN)	P (daN)	L (daN)
MSA	NORMALE	13673	9158	15600	2800 (3777)	1434 (1700)	2750 (3261)
	ECCEZIONALE ⁽¹⁴⁾	9249	6389	10400	0	0	0
MSB	NORMALE	12110	13348	18900	3079 (3633)	2286 (2483)	3600 (3832)
	ECCEZIONALE ⁽¹¹⁾	8107	9182	12600	0	0	0

Mediante le relazioni (3, 4, 5) si può verificare come tutte le terne di prestazioni geometriche (Cm, δ , K) tali che il punto (Cm, δ) sia compreso nel "campo di utilizzazione trasversale" e il punto (Cm, K) sia compreso nel "campo di utilizzazione verticale" le azioni trasversali e verticali (sia per i conduttori che per corde di guardia) nelle condizioni **MSA** e **MSB** risultino inferiori o eguali a quelle considerate per il calcolo del sostegno e riportate nella tabella precedente.

N.B. Il calcolo di verifica del sostegno è stato eseguito considerando le azioni esterne del conduttore indicato e della corda di guardia \varnothing 17,9 mm (C50 / C 60) con installate le sfere di segnalazione per il volo a bassa quota del diametro di 60 cm (valori fra parentesi). Per l'impiego di tipologie di corde incorporanti fibre ottiche aventi lo stesso diametro esterno ma con caratteristiche meccaniche differenti, potrebbe essere necessario ridurre il tiro orizzontale in EDS nel caso che il tiro orizzontale T_0 in MSA e MSB risultino superiori a quelli riportati nella tabella al punto 3.1.

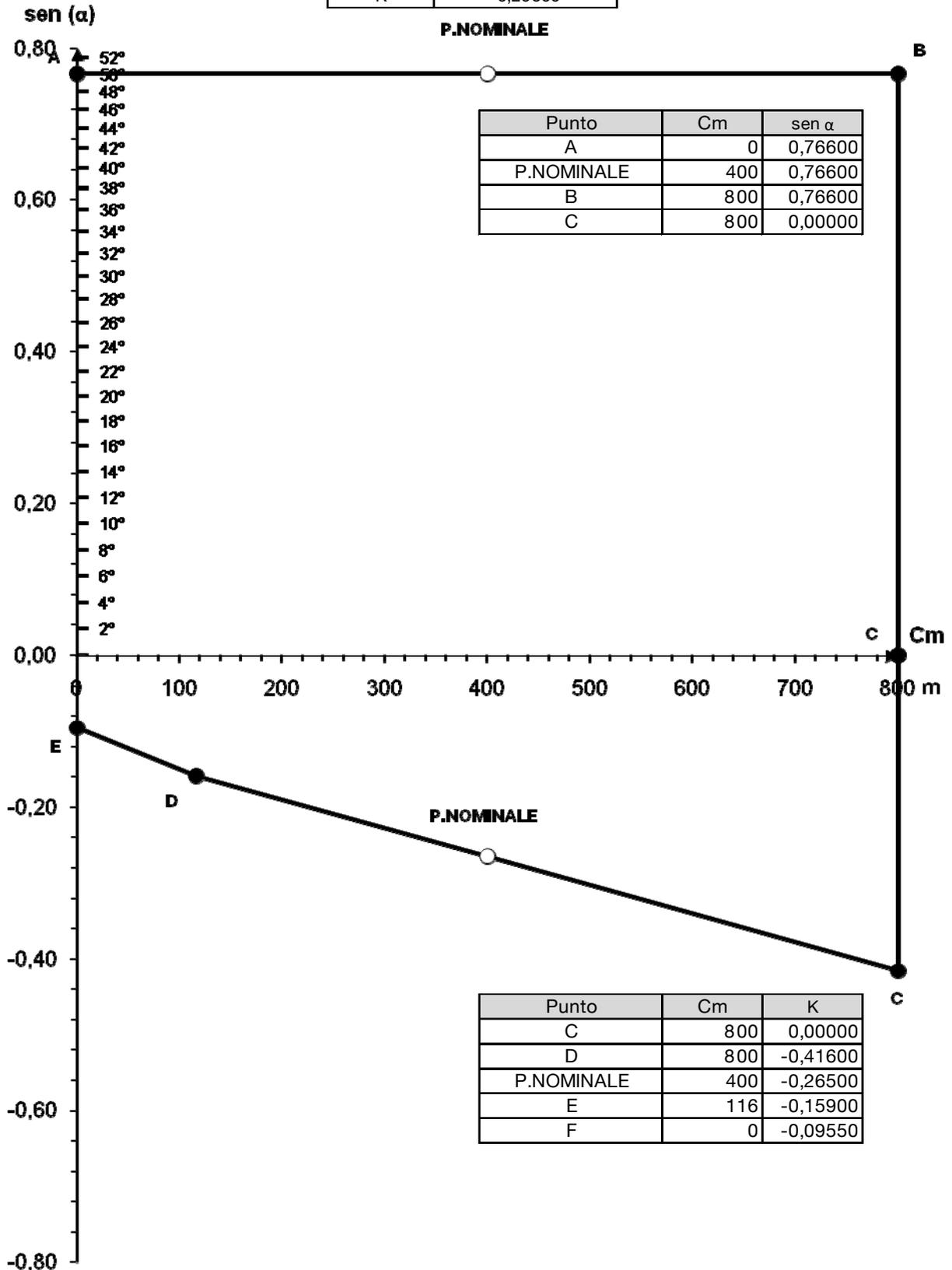
¹² Per ciascuna ipotesi normale ed eccezionale viene considerato separatamente il caso in cui l'azione verticale P sia quella corrispondente alla campata gravante massima e il caso di campata gravante nulla, che per alcune aste può risultare più severa.

¹³ I valori fra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate calcolate tenendo conto della presenza di sfere di segnalazione per il volo a bassa quota, con diametro di 60 cm, installate sull'intera campata.

¹⁴ Rottura di uno dei conduttori su due delle tre fasi ovvero, in alternativa, rottura della corda di guardia e di un conduttore su di una fase. I valori indicati si riferiscono ovviamente alle sole fasi o corde di guardia rotte.

4.4 DIAGRAMMA DI UTILIZZAZIONE DEL SOSTEGNO COME CAPOLINEA PER CARICO VERTICALE NEGATIVO

Prestazioni nominali	
Cm	400 m
α	50°
K	-0,26500



4.5 AZIONI ESTERNE PER IL CALCOLO DEL SOSTEGNO

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

STATO DEI CONDUTTORI	IPOTESI	CONDUTTORE ⁽¹⁵⁾			CORDA DI GUARDIA ⁽⁹⁾		
		C 2/1			C 50 / C 60 ⁽¹⁶⁾		
		T (daN)	P (daN)	L (daN)	T (daN)	P (daN)	L (daN)
MSA	NORMALE	13673	-1467	15600	2800 (3777)	-501 (-570)	2750 (3261)
	ECCEZIONALE ⁽¹⁷⁾	9249	-837	10400	0	0	0
MSB	NORMALE	12110	-1399	18900	3079 (3633)	-362 (-378)	3600 (3832)
	ECCEZIONALE ⁽¹¹⁾	8107	-791	12600	0	0	0

Mediante le relazioni (3, 4, 5) si può verificare come tutte le terne di prestazioni geometriche (Cm, δ , K) tali che il punto (Cm, δ) sia compreso nel "campo di utilizzazione trasversale" e il punto (Cm, K) sia compreso nel "campo di utilizzazione verticale" le azioni trasversali e verticali (sia per i conduttori che per corde di guardia) nelle condizioni **MSA** e **MSB** risultino inferiori o eguali a quelle considerate per il calcolo del sostegno e riportate nella tabella precedente.

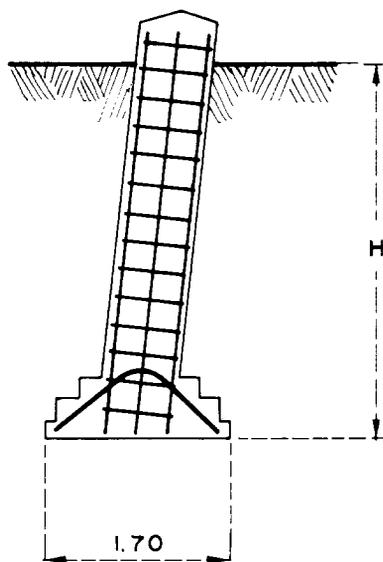
N.B. Il calcolo di verifica del sostegno è stato eseguito considerando le azioni esterne del conduttore indicato e della corda di guardia \varnothing 17,9 mm (C50 / C 60) con installate le sfere di segnalazione per il volo a bassa quota del diametro di 60 cm (valori fra parentesi). Per l'impiego di tipologie di corde incorporanti fibre ottiche aventi lo stesso diametro esterno ma con caratteristiche meccaniche differenti, potrebbe essere necessario ridurre il tiro orizzontale in EDS nel caso che il tiro orizzontale T_0 in MSA e MSB risultino superiori a quelli riportati nella tabella al punto 3.1.

¹⁵ Per ciascuna ipotesi normale ed eccezionale viene considerato separatamente il caso in cui l'azione verticale P sia quella corrispondente alla campata gravante massima e il caso di campata gravante nulla, che per alcune aste può risultare più severa.

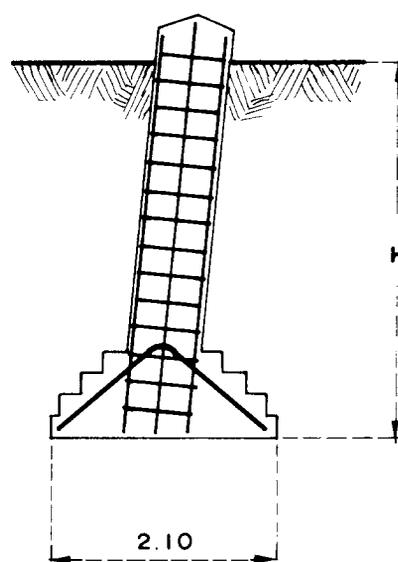
¹⁶ I valori fra parentesi si riferiscono alle condizioni derivate calcolate tenendo conto della presenza di sfere di segnalazione per il volo a bassa quota, con diametro di 60 cm, installate sull'intera campata.

¹⁷ Rottura di uno dei conduttori su due delle tre fasi ovvero, in alternativa, rottura della corda di guardia e di un conduttore su di una fase. I valori indicati si riferiscono ovviamente alle sole fasi o corde di guardia rotte.

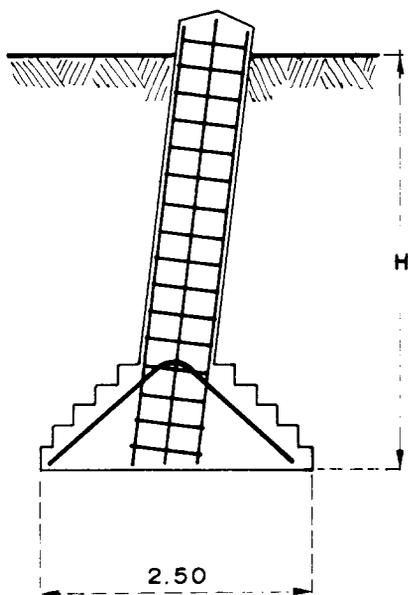
102



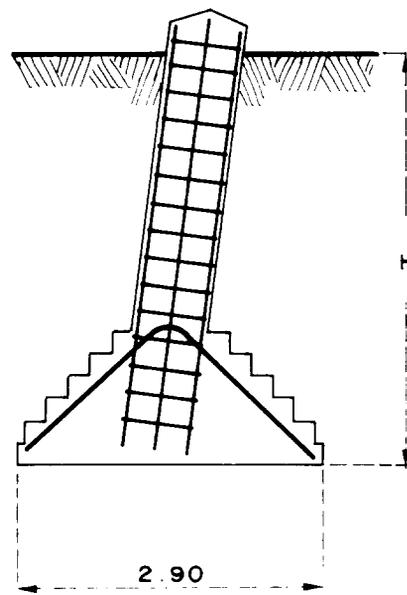
103



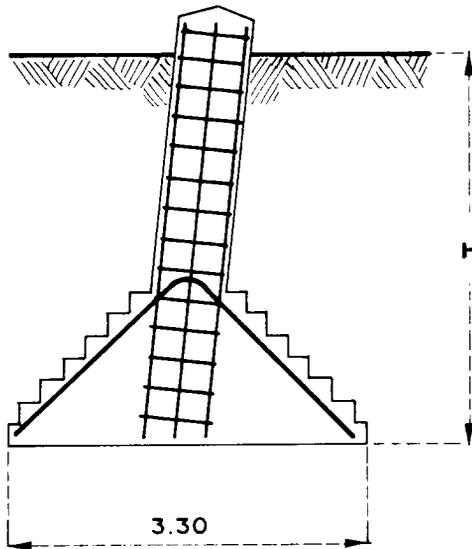
104



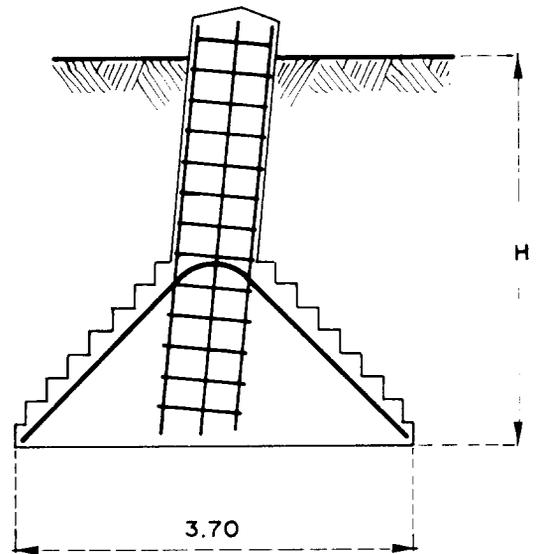
105



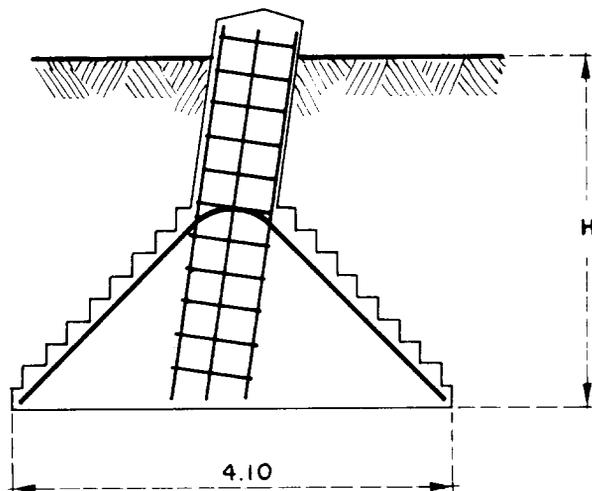
106

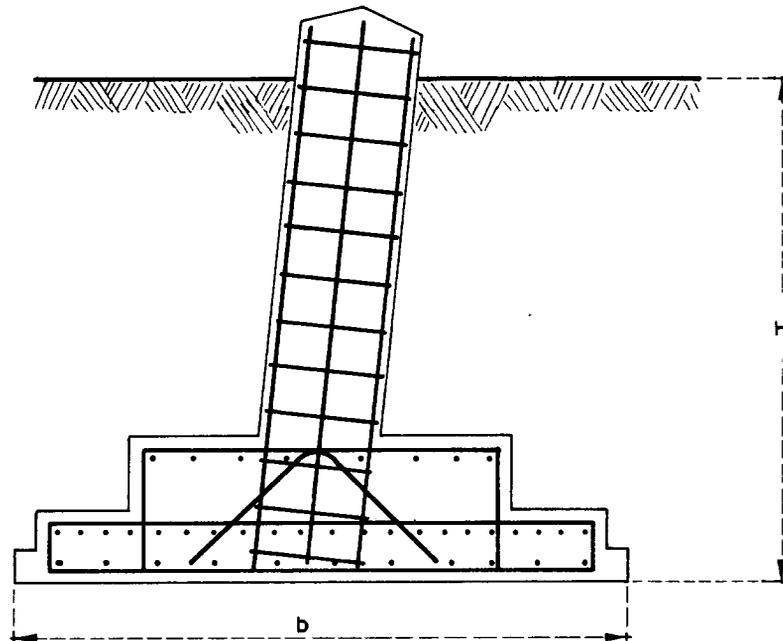


107



108





FONDAZIONE	b (m)	FONDAZIONE	b (m)
201	2,70	205	3,85
202	3,00	206	4,05
203	3,35	207	5,20
204	3,65	208	5,20

FONDAZIONI CR**TABELLA DELLE CORRISPONDENZE SOSTEGNI MONCONI FONDAZIONI****Linee Elettriche Aeree A.T. a 380 kV in Semplice terna a Y****Conduttori Ø 31,5 Trinati****Storia delle revisioni**

Rev. 00	del 17/06/2003	Prima Emissione
Rev. 01	del 20/08/2006	Modificate per i sostegni tipo MV e ML le corrispondenze con i monconi e le fondazioni

Uso Aziendale

Elaborato		Verificato		Approvato
L.Alario		L.Alario		R.Rendina
ING-ILC-IML		ING-ILC-IML		ING-ILC

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.

LINEE 380 kV IN SEMPLICE TERNA AD Y
TABELLA DELLE CORRISPONDENZE SOSTEGNI – MONCONI – FONDAZIONI

SOSTEGNO		MONCONE	FONDAZIONE
Tipo	Altezza (Piedi)	Tipo / Altezza	Tipo / Altezza
LV	15 (-2 / +4) ÷ 21 (-2 / +4)	F130 / 335	F111 / 300
	24 (-2 / +4) ÷ 33 (-2 / +4)	F130 / 345	F111 / 310
	36 (-2 / +4) ÷ 42 (-2 / +4)	F130 / 355	F111 / 320
NV	15 (-2 / +4) ÷ 24 (-2 / +4)	F131 / 355	F111 / 320
	27 (-2 / +4)	F132 / 355	
	30 (-2 / +4) ÷ 36 (-2 / +4)	F132 / 365	F111 / 330
	39 (-2 / +4) ÷ 42 (-2 / +4)	F132 / 375	F111 / 340
NT	12 (-1 / +4) ÷ 15 (-2 / ±0)	F131 / 355	F111 / 320
	15 (+1 / +4) ÷ 21 (-2 / +4)	F131 / 365	F111 / 330
	24 (-2 / +4) ÷ 36 (-2 / +4)	F132 / 375	F111 / 340
	39 (-2 / +4)	F132 / 385	F111 / 350
MV	18 (-2 / +4) ÷ 24 (-2 / +4)	F132 / 365	F111 / 330
	27 (-2 / +4) ÷ 30 (-2 / +4)	F133 / 365	
	33 (-2 / +4) ÷ 42 (-2 / +4)	F133 / 375	F111 / 340
	45 (-2 / +4) ÷ 54 (-2 / +4)	F134 / 385	F111 / 350
ML	18 (-2 / +4) ÷ 21 (-2 / ±0)	F132 / 355	F111 / 320
	21 (+1 / +4) ÷ 24 (-2 / +4)	F132 / 365	F111 / 330
	27 (-2 / +4) ÷ 39 (-2 / +4)	F133 / 365	
	42 (-2 / +4)	F133 / 375	F111 / 340
	45 (-2 / +4) ÷ 54 (-2 / +4)	F134 / 375	
PV	18 (-2 / +4) ÷ 21 (-2 / +4)	F135 / 355	F112 / 320
	24 (-2 / +4)	F135 / 365	F112 / 330
	27 (-2 / +4) ÷ 36 (-2 / ±0)	F136 / 365	
	36 (+1 / +4) ÷ 42 (-2 / +4)	F136 / 375	F112 / 340
PL	18 (-2 / +4) ÷ 24 (-2 / +4)	F135 / 355	F112 / 320
	27 (-2 / +4)	F136 / 355	
	30 (-2 / +4) ÷ 42 (-2 / ±0)	F136 / 365	F112 / 330
	42 (+1 / +4)	F136 / 375	F112 / 340
VV	15 (-2 / +4) ÷ 24 (-2 / +4)	F137 / 355	F114 / 320
	27 (-2 / +4) ÷ 42 (-2 / +4)	F138 / 365	F114 / 330
	45 (-2 / +4) ÷ 54 (-2 / +4)	F139 / 365	
VL	15 (-2 / +4) ÷ 24 (-2 / +4)	F137 / 355	F114 / 320
	27 (-2 / +4) ÷ 42 (-2 / +4)	F138 / 365	F114 / 330
	45 (-2 / +4) ÷ 54 (-2 / +4)	F139 / 365	

LINEE 380 kV IN SEMPLICE TERNA AD Y
TABELLA DELLE CORRISPONDENZE SOSTEGNI – MONCONI - FONDAZIONI

SOSTEGNO		MONCONE	FONDAZIONE
Tipo	Altezza (Piedi)	Tipo / Altezza	Tipo / Altezza
VA	18 (-2 / +4) ÷ 27 (-2 / +4)	F137 / 365	F112 / 330
	30 (-2 / +4) ÷ 45 (-2 / +4)	F138 / 375	F112 / 340
	48 (-2 / +4) ÷ 51 (-2 / ±0)	F139 / 375	
	51 (+1 / +4) ÷ 57 (-2 / +4)	F139 / 385	F112 / 350
CA	18 (-1 / +4) ÷ 21 (-1 / +4)	F140 / 375	F115 / 340
	24 (-2 / +4) ÷ 42 (-2 / +4)	F140 / 355	F115 / 320
EA	18 (-2 / +4) ÷ 33 (-2 / +4)	F141 / 375	F116 / 340
	36 (-2 / +4) ÷ 42 (-2 / +4)	F141 / 385	F116 / 350
EP	15 (-2 / +4) ÷ 30 (-2 / +4)	F142 / 405	F116 / 370
	33 (-2 / +4) ÷ 42 (-2 / +4)	F142 / 415	F116 / 380

SOSTEGNI MONCONI	ALLUNGATI	LUNGHEZZA MONCONI	FONDAZIONI IN ACQUA CLASSE "CS"					
			AFFIORANTE	Δ FT (m)	-0.50	Δ FT (m)	-1.50	Δ FT (m)
L	15 - 2 ÷ 21 ± 0	32/315	201/250	0,40	201/250	0,40	201/250	0,40
	21 + 1 ÷ 30 ± 0	32/315	201/260	0,30	201/260	0,30	201/260	0,30
	30 + 1 ÷ 42 ± 0	32/315	201/270	0,20	201/270	0,20	201/270	0,20
	42 + 1 ÷ 42 + 4	32/315	201/270	0,20	201/270	0,20	201/270	0,20
N	15 - 2 ÷ 21 ± 0	32/315	201/270	0,20	201/260	0,30	201/260	0,30
	21 + 1 ÷ 30 ± 0	32/315	201/280	0,10	201/270	0,20	201/270	0,20
	30 + 1 ÷ 42 ± 0	33/325	201/300	0,00	201/280	0,20	201/280	0,20
	42 + 1 ÷ 42 + 4	33/325	201/300	0,00	201/280	0,20	201/280	0,20
N_T	12 - 2 ÷ 21 ± 0	33/325	201/270	0,30	201/270	0,30	201/270	0,30
	21 + 1 ÷ 39 ± 0	34/315	201/290	0,00	201/290	0,00	201/290	0,00
	39 + 1 ÷ 39 + 4	34/315	201/290	0,00	201/290	0,00	201/290	0,00
M	15 - 2 ÷ 24 ± 0	33/325	202/280	0,20	202/250	0,50	201/280	0,20
	24 + 1 ÷ 33 ± 0	33/325	202/280	0,20	202/260	0,40	201/280	0,20
	33 + 1 ÷ 42 + 4	34/315	202/280	0,10	202/270	0,20	201/290	0,00
	45 - 2 ÷ 54 ± 0	35/335	202/280	0,30	202/270	0,40	201/290	0,20
	54 + 1 ÷ 54 + 4	35/335	202/280	0,30	202/270	0,40	201/290	0,20
P	15 - 2 ÷ 24 ± 0	35/335	203/300	0,10	203/270	0,40	202/280	0,30
	24 + 1 ÷ 42 ± 0	35/335	204/270	0,40	203/290	0,20	203/270	0,40
	42 + 1 ÷ 42 + 4	35/335	204/270	0,40	203/290	0,20	203/270	0,40
V	15 - 2 ÷ 54 ± 0	36/335	207/240	0,70	207/240	0,70	206/280	0,30
	54 + 1 ÷ 54 + 4	36/335	207/240	0,70	207/240	0,70	206/280	0,30
C	18 - 2 ÷ 42 ± 0	37/295			207/270	0,00	207/230	0,40
	42 + 1 ÷ 42 + 4	37/295			207/270	0,00	207/230	0,40
E_A	18 - 2 ÷ 42 ± 0	38/315						
	42 + 1 ÷ 42 + 4	38/315						
E_P	15 - 2 ÷ 42 ± 0	38/365						
	42 + 1 ÷ 42 + 4	38/365						

UNIFICAZIONE

ENEL

FONDAZIONI SU PALI TRIVELLATI

LF 20

Marzo 1992
Ed. 1 - 1/1

Ⓛ

