



APOYOS S.C. PARA LÍNEAS DE 220-400KV SERIE BERLÍN

DE ACUERDO AL REGLAMENTO 223/2008

1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA SERIE

Estos apoyos están indicados para uso en líneas de tensiones 400 kV y poseen unos esfuerzos útiles y una resistencia a torsión adecuados para ellas. Están conformados por perfiles angulares de alas iguales atornillados, estando cada elemento de los mismos dotado de su marca identificativa.

Los tipos de aceros empleados en la construcción de estos apoyos son del tipo S275 y S355 según se especifica en la Norma UNE EN 10025. Los tornillos de unión de los distintos elementos que componen los mismos siguen la Norma UNE-EN 20898 y por último, todos los materiales están galvanizados por inmersión en caliente de acuerdo a la Norma UNE-EN ISO 1461.

La serie consta de los siguientes tipos de apoyos :

- **BERLÍN 1:** Válido para apoyos de alineación – suspensión.
- **BERLÍN 2:** Válido para apoyos de alineación – amarre.
- **BERLÍN 3:** Válido para apoyos de ángulo – amarre hasta 15°.
- **BERLÍN 4:** Válido para apoyos en ángulo – amarre de 15 a 30°.
- **BERLÍN 5:** Valido para apoyos de fin de línea.

En todos los casos la cabeza de los apoyos es de simple circuito con armado tipo kappa y doble cable de tierra, y el fuste es troncopiramidal de sección recta rectangular o cuadrada, no obstante, a petición del cliente, pueden estudiarse armados distintos a los expuestos en este catálogo. Hay que señalar por último, que la cimentación en todos los casos es de patas separadas que pueden ser prismáticas o de tipo “pata de elefante”.

En la tablas que se muestran a continuación se reflejan los distintos pesos sin anclajes y alturas útiles de los apoyos que componen la serie.

TIPO BERLÍN 1	
ALTURA ÚTIL	PESO
A.U. = 28 m	6.720 kg
A.U. = 33 m	8.120 kg
A.U. = 38m	9.375 kg
A.U. = 43m	10.254 kg

TIPO BERLÍN 2	
ALTURA ÚTIL	PESO
A.U. = 30 m	8.220 kg
A.U. = 35m	9.459k g
A.U. = 40m	10.835 kg
A.U. = 45m	11.793 kg

TIPO BERLÍN 3	
ALTURA ÚTIL	PESO
A.U. = 24 m	11.774 kg
A.U. = 29m	13.663 kg
A.U. = 34m	15.746 kg
A.U. = 39m	17.678 kg
A.U. = 54m	23.664k g
A.U. = 62m	27.738 kg

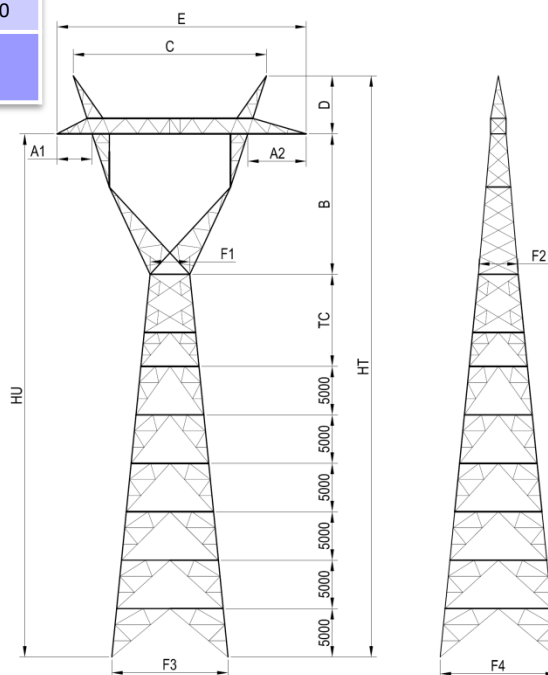
TIPO BERLÍN 4	
ALTURA ÚTIL	PESO
A.U. = 24 m	13.705 kg
A.U. = 29m	16.099 kg
A.U. = 34m	18.639 kg
A.U. = 39m	20.619 kg
A.U. = 44m	22.797 kg
A.U. = 49m	25.237 kg
A.U. = 54m	28.042 kg

TIPO BERLÍN 5	
ALTURA ÚTIL	PESO
A.U. = 24 m	15.241 kg
A.U. = 29m	17.921 kg
A.U. = 34m	20.662 kg
A.U. = 39m	22.698 kg

2. DIMENSIONES GENERALES

En la tabla siguiente se exponen las dimensiones generales de los apoyos que constituyen esta serie.

RESUMEN DE DIMENSIONES SERIE BERLÍN					
COTA	BERLÍN 1	BERLÍN 2	BERLÍN 3	BERLÍN 4	BERLÍN 5
A1	4.510	3.765	3.525	3.625	3.615
A2	4.510	3.765	4.850	6.025	3.615
B	10.500	12.500	14.500	14.500	14.500
C	12.672	13.470	17.920	19.955	19.955
D	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000
E	18.175	19.840	22.230	25.725	23.300
F1	3.000	3.000	4.100	4.100	4.100
F2	3.000	1.500	4.100	4.100	4.100
F3	7.500	7.500	13.600	12.000	9.000
F4	6.400	6.400	13.600	12.000	9.000
TC	17.500	17.500	9.500	9.500	9.500
HT	49.000	49.000	68.000	60.000	45.000
HU	43.000	45.000	62.000	54.000	39.000
Nº DE BASES	3	3	7	6	3



3. ESFUERZOS POR FASE DE LOS APOYOS



Los esfuerzos por fases que soporta cada tipo de apoyo con su armado correspondiente son los que a continuación se reflejan en los cuadros siguientes siendo:

- **Tc:** Esfuerzo transversal por conductor.
- **Lc:** Esfuerzo Longitudinal por conductor.
- **Vc:** Esfuerzo vertical por conductor.
- **Tt:** Esfuerzo transversal por cable de tierra.
- **Lt:** Esfuerzo longitudinal por cable de tierra.
- **Vt:** Esfuerzo vertical por cable de tierra.
- **Lcr:** Esfuerzo Longitudinal aplicado en el extremo de cualquier cruceta debido a la rotura del conductor.
- **Ltr:** Esfuerzo Longitudinal aplicado en cúpula debido a la rotura del conductor.

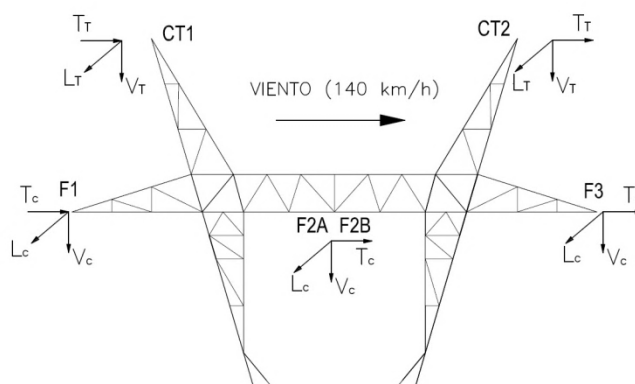
Las hipótesis consideradas según Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión (RD 223/08 de 15 de febrero de 2008) son:

- **Hip. 1B:** Viento transversal velocidad 140 km/h. C.S.=1,5.
- **Hip. 2A:** Hielo (sólo en zonas climáticas B y C). C.S.=1,5.
- **Hip. 2B:** Hielo + viento transversal velocidad 60 km/h (sólo en zonas climáticas B y C) C.S.=1,5.
- **Hip. 3:** Desequilibrio de tracciones. Esfuerzos longitudinales aplicados en extremos de cruceta y cúpula, junto con transversales combinados con los mismos. C.S.=1,2.
- **Hip. 4A:** Rotura de conductor. Esfuerzo longitudinal aplicado en el extremo de una cualquiera de las crucetas, junto con esfuerzos transversales aplicados en todas las crucetas y cúpula. Torsión del apoyo. C.S.=1,2.
- **Hip. 4B:** Rotura de cable de tierra. Tiro longitudinal en la cúpula. C.S.=1,2.
- Los valores se expresan en daN sin coeficiente de seguridad, es decir son valores nominales.

3. ESFUERZOS POR FASE DE LOS APOYOS

3.1. HIPÓTESIS 1B: VIENTO (V=140 Km/h C.S.=1,5)

ESFUERZOS POR FASE HIPÓTESIS 1B (daN)						
FASE	ESFZO.	APOYO TIPO 1	APOYO TIPO 2	APOYO TIPO 3	APOYO TIPO 4	APOYO TIPO 5
CABLE DE TIERRA 1	Vt	390	290	430	330	210
	Tt	560	420	1.570	2.250	210
	Lt	0	0	0	0	2.170
CABLE DE TIERRA 2	Vt	390	290	430	330	210
	Tt	560	420	1.570	2.250	210
	Lt	0	0	0	0	2.170
FASE 1	Vc	1.530	1.250	1.830	1.390	920
	Tc	1.950	1.540	5.140	7.840	770
	Lc	0	0	0	0	7.120
FASE 2ª	Vt	1.530	630	920	700	460
	Tt	1.950	770	2.570	3.920	390
	Lt	0	0	0	0	7.120
FASE 2B	Vt	-	630	920	700	460
	Tt	-	770	2.570	3.920	390
	Lt	-	0	0	0	0
FASE 3	Vc	1.530	1.250	1.830	1.390	920
	Tc	1.950	1.540	5.140	7.840	770
	Lc	0	0	0	0	7.120

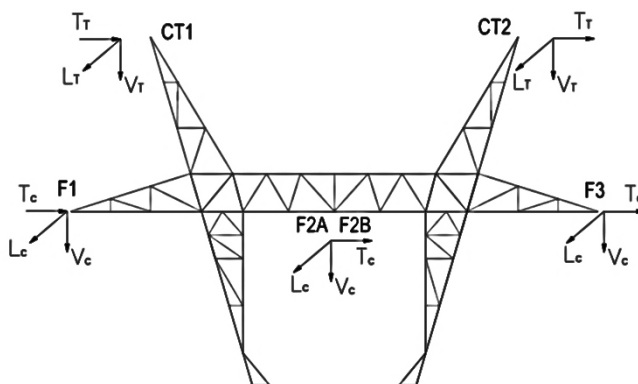


HIPOTESIS. 1B CS 1,5

3. ESFUERZOS POR FASE DE LOS APOYOS

3.2. HIPÓTESIS 2A Y 2B: HIELO (C.S.=1,5)

ESFUERZOS POR FASE HIPÓTESIS 2A Y 2B (daN)						
FASE	ESFZO.	APOYO TIPO 1	APOYO TIPO 2	APOYO TIPO 3	APOYO TIPO 4	APOYO TIPO 5
CABLE DE TIERRA 1	Vt	650	520	700	620	320
	Tt	260	260	1.320	2.180	100
	Lt	0	0	0	0	2.270
CABLE DE TIERRA 2	Vt	650	520	700	620	320
	Tt	260	260	1.320	2.180	100
	Lt	0	0	0	0	2.270
FASE 1	Vc	2.200	1.860	2.480	2.120	1.230
	Tc	600	600	3.990	7.510	240
	Lc	0	0	0	0	7.510
FASE 2ª	Vt	2.200	930	1.240	1.060	620
	Tt	600	300	2.000	3.760	120
	Lt	0	0	0	0	7.510
FASE 2B	Vt	-	930	1.240	1.060	620
	Tt	-	300	2.000	3.760	120
	Lt	-	0	0	0	0
FASE 3	Vc	2.200	1.860	2.480	2.120	1.230
	Tc	600	600	3.990	7.510	120
	Lc	0	0	0	0	7.510

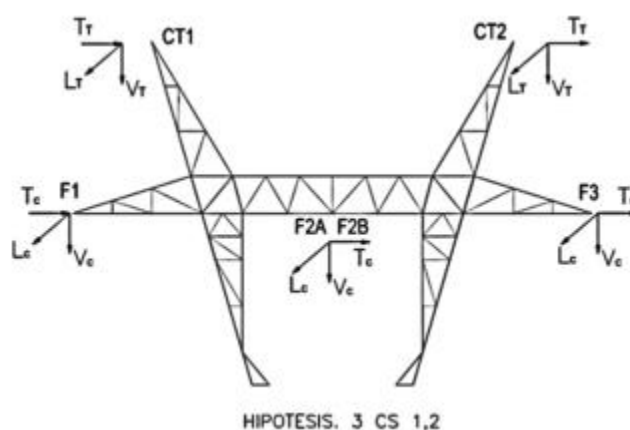


HIPOTESIS. 2 CS 1,5

3. ESFUERZOS POR FASE DE LOS APOYOS

3.3. HIPÓTESIS 3: DESEQUILIBRIO (C.S.=1,2)

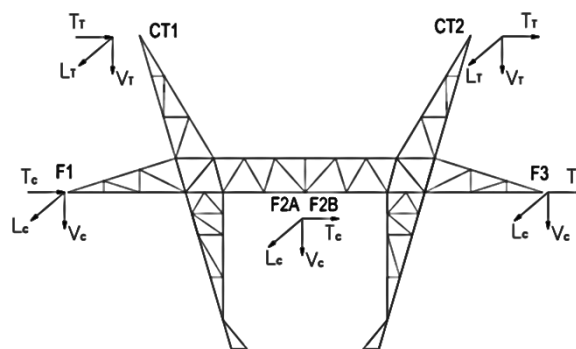
ESFUERZOS POR FASE HIPÓTESIS 3 (daN)						
FASE	ESFZO.	APOYO TIPO 1	APOYO TIPO 2	APOYO TIPO 3	APOYO TIPO 4	APOYO TIPO 5
CABLE DE TIERRA 1	Vt	650	520	700	620	-
	Tt	0	0	900	1.730	-
	Lt	360	590	600	550	-
CABLE DE TIERRA 2	Vt	650	520	700	620	-
	Tt	0	0	900	1.730	-
	Lt	360	590	600	550	-
FASE 1	Vc	2.200	1.860	2.480	2.120	-
	Tc	0	0	2.900	5.970	-
	Lc	1.140	1.890	1.880	1.800	-
FASE 2ª	Vt	2.200	930	1.240	1.060	-
	Tt	0	0	1.450	2.990	-
	Lt	1.140	1.890	1.880	1.800	-
FASE 2B	Vt	-	930	1.240	1.060	-
	Tt	-	0	1.450	2.990	-
	Lt	-	0	0	0	-
FASE 3	Vc	2.200	1.860	2.480	2.120	-
	Tc	0	0	2.900	5.970	-
	Lc	1.140	1.890	1.880	1.800	-



3. ESFUERZOS POR FASE DE LOS APOYOS

3.4. HIPÓTESIS 4A: ROTURA CONDUCTOR (C.S.=1,2)

ESFUERZOS POR FASE HIPÓTESIS 4A (daN)						
FASE	ESFZO.	APOYO TIPO 1	APOYO TIPO 2	APOYO TIPO 3	APOYO TIPO 4	APOYO TIPO 5
CABLE DE TIERRA 1	Vt	650	520	700	620	320
	Tt	260	0	520	990	0
	Lt	0	0	0	0	2.270
CABLE DE TIERRA 2	Vt	650	520	700	620	320
	Tt	260	0	520	990	0
	Lt	0	0	0	0	2.270
FASE 1	Vc	2.200	1.860	2.480	2.120	1.230
	Tc	0	0	2.480	5.120	0
	Lc	1.890	3.770	3.760	3.600	7.510
FASE 2ª	Vt	2.200	930	1.240	1.060	620
	Tt	600	0	1.240	2.560	0
	Lt	0	0	0	0	7.510
FASE 2B	Vt	-	0	1.240	1.060	620
	Tt	-	0	1.240	2.560	0
	Lt	-	0	0	0	0
FASE 3	Vc	2.200	1.860	2.480	2.120	1.230
	Tc	600	0	2.480	5.120	0
	Lc	0	0	0	0	7.510

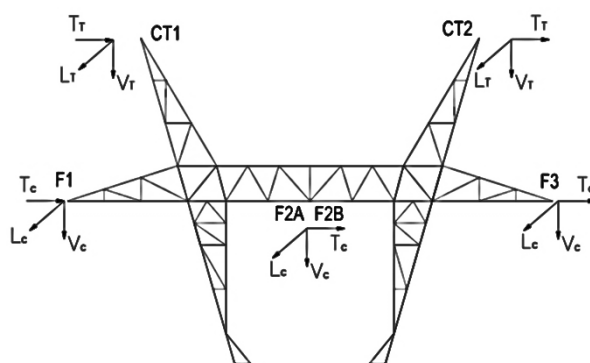


HIPOTESIS. 4A CS 1,2

3. ESFUERZOS POR FASE DE LOS APOYOS

3.5. HIPÓTESIS 4B: ROTURA DE CABLE DE TIERRA (C.S.=1,2)

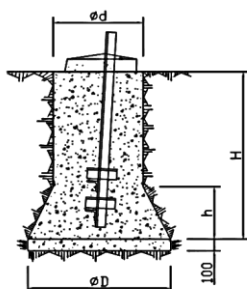
ESFUERZOS POR FASE HIPÓTESIS 4B (daN)						
FASE	ESFZO.	APOYO TIPO 1	APOYO TIPO 2	APOYO TIPO 3	APOYO TIPO 4	APOYO TIPO 5
CABLE DE TIERRA 1	Vt	650	520	700	620	320
	Tt	0	0	520	990	0
	Lt	2.360	2.330	2.370	2.200	2.270
CABLE DE TIERRA 2	Vt	650	520	700	620	320
	Tt	260	0	520	990	0
	Lt	0	0	0	0	2.270
FASE 1	Vc	2.200	1.860	2.480	2.120	1.230
	Tc	600	0	2.480	5.120	0
	Lc	0	0	0	0	7.510
FASE 2ª	Vt	2.200	930	1.240	1.060	620
	Tt	600	0	1.240	2.560	0
	Lt	0	0	0	0	0
FASE 2B	Vt	-	930	1.240	1.060	620
	Tt	-	0	1.240	2.560	0
	Lt	-	0	0	0	0
FASE 3	Vc	2.200	1.860	2.480	2.120	1.230
	Tc	600	0	2.480	5.120	0
	Lc	0	0	0	0	7.510



HIPOTESIS. 4B CS 1,2

4. CIMENTACIONES

Se trata de cimentaciones de patas separadas del tipo “pata de elefante ” En la tabla siguiente se detallan las dimensiones de dichas cimentaciones para terreno normal y hormigón de 20 N/mm² de resistencia característica.



CIMENTACIÓN PATA DE ELEFANTE

RESUMEN CIMENTACIONES APOYOS TIPO BERLÍN 1 ($\alpha = 30^\circ \sigma = 3 \text{ kg/cm}^2$)						
ALTURA	H	h	D ϕ	d ϕ	VOL.1 PATA	VOL.4 PATAS
28 m	2,55	0,40	1,30	0,90	1,75	7,01
33 m	2,70	0,40	1,30	0,90	1,85	7,39
38 m	2,80	0,40	1,30	0,90	1,91	7,64
43 m	2,90	0,40	1,30	0,90	1,98	7,90

RESUMEN CIMENTACIONES APOYOS TIPO BERLÍN 2 ($\alpha = 30^\circ \sigma = 3 \text{ kg/cm}^2$)						
ALTURA	H	h	D ϕ	d ϕ	VOL.1 PATA	VOL.4 PATAS
30 m	2,40	0,40	1,30	0,90	1,66	6,63
35 m	2,55	0,40	1,30	0,90	1,75	7,01
40 m	2,70	0,40	1,30	0,90	1,85	7,39
45 m	2,75	0,40	1,30	0,90	1,88	7,52

RESUMEN CIMENTACIONES APOYOS TIPO BERLÍN 3 ($\alpha = 30^\circ \sigma = 3 \text{ kg/cm}^2$)						
ALTURA	H	h	D ϕ	d ϕ	VOL.1 PATA	VOL.4 PATAS
24 m	3,20	0,70	1,70	1,00	2,99	11,95
29 m	3,20	0,70	1,70	1,00	2,99	11,96
34 m	3,20	0,70	1,70	1,00	2,99	11,96
39 m	3,20	0,70	1,80	1,00	3,07	12,28
54 m	3,30	0,75	1,85	1,00	3,23	12,94
62 m	3,45	0,80	1,90	1,00	3,45	13,78

RESUMEN CIMENTACIONES APOYOS TIPO BERLÍN 4 ($\alpha = 30^\circ \sigma = 3 \text{ kg/cm}^2$)						
ALTURA	H	h	D ϕ	d ϕ	VOL.1 PATA	VOL.4 PATAS
24 m	3,60	0,90	2,00	1,00	3,77	15,08
29 m	3,65	0,95	2,05	1,00	3,92	15,70
34 m	3,75	0,95	2,05	1,00	4,00	16,01
39 m	3,75	1,00	2,10	1,00	4,13	16,50
54 m	3,80	1,00	2,10	1,00	4,20	16,78

RESUMEN CIMENTACIONES APOYOS TIPO BERLÍN 5 ($\alpha = 30^\circ \sigma = 3 \text{ kg/cm}^2$)						
ALTURA	H	h	D ϕ	d ϕ	VOL.1 PATA	VOL.4 PATAS
24 m	3,65	0,90	2,00	1,00	3,81	15,24
29 m	3,70	0,95	2,05	1,00	3,96	15,86
34 m	3,75	1,00	2,10	1,00	4,13	16,50
39 m	3,80	1,00	2,10	1,00	4,17	16,66



Calle Otoño, s/n,
28850, Torrejón de Ardoz. Madrid. España
Teléfono: +34 91 677 85 07
Contacto: comercial@funtam.es
Web: www.funtam.es