



**PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DE LA
AMPLIACIÓN DEL TRANVÍA DE
VITORIA-GASTEIZ A SALBURUA**

**ANEJO Nº6:
CÁLCULOS MECÁNICOS JUSTIFICATIVOS DE
CATENARIA**

Indice de Capítulos

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. POSTES	2

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este anejo: Cálculos mecánicos justificativos de catenaria es determinar los esfuerzos de cada poste y la flecha del poste para los estados de carga definidos.

2. POSTES

Para cada poste se introduce el radio de curva y los vanos anterior y posterior. Si se trata de un poste lateral o central se calcula el momento en la base del poste que produce el peso de catenaria y la fuerza de desviación que se produce en las curvas y en los descentramientos.

También se introducen los valores de descentramientos anterior y posterior aparte del propio valor en el perfil que se calcula.

Igualmente, si hay algún tipo de anclaje en el poste se introduce a mano el valor de la tensión del mismo en la casilla "anclaje", y el ángulo que forma el anclaje con el eje de la vía sería de +/- 6º para anclajes de punto fijo y anclajes de seccionamiento.

Si el poste está en curva, para calcular la tensión radial se utiliza el mayor de los vanos.

Si el poste está en recta, para calcular la tensión radial producida por el descentramiento, se utiliza el vano menor.

Los esfuerzos debidos a los pesos de ménsulas e hilos de contacto tienen en cuenta la longitud de la ménsula, así como la distancia que existe desde cada poste a cada hilo de contacto.

Para calcular los momentos en la base debido a los esfuerzos en el plano horizontal, la carga radial producida por el descentramiento o por la curva (según sea recta o curva) se supone aplicada a 6,4 metros de altura.

Nº poste	Tipo poste	Alineación	Uds. x Longitud ménsula (m)	Delta con polea (Uds.)	Delta sin polea (Uds.)	Brazo atirantado (Uds.)	Momento total base (Nm)	Momento total tubo superior (Nm)
75-Univ.	3	Lateral	2x7	3	0	3	41732	17554
77-Univ.	3	Lateral	2x7	2	0	2	38411	16160
78-Univ.	5a	Lateral	1x7	1	1	2	133320	28668
1	3	Central	2x3	0	2	2	17204	7237
2	5	Central	2x3	0	2	2	128511	24577
3	5	Central	3x3	1	1	2	132061	27456
4	3	Central	4x3	3	0	3	24783	10433
5	3	Central	4x3	3	0	3	25402	10690
6	5	Central	3x4,5	1	1	2	133972	27161
7	5	Central	2x4,5	0	2	2	133442	28427
8	3	Central	2x4,5	0	2	2	29397	12364
9	3	Central	2x4,5	0	2	2	28643	12045
10	3	Central	2x3	0	2	2	17954	7553
11	3	Central	2x3	0	2	2	16663	7016
12	5	Lateral	1x7	1	1	2	133430	28440
13	5	Central	2x3	0	2	2	130061	26034
14	5	Central	2x3	0	2	2	130069	24509
15	5	Central	2x3	0	2	2	130037	26023
16	3	Central	2x3	0	2	2	16666	7017
17	3	Central	2x3	0	2	2	16848	7089
18	3	Central	2x3	0	2	2	12475	5260
19	3	Central	2x4,5	0	2	2	35671	15000
20	3	Central	2x4,5	0	2	2	40573	17065
21	3	Central	2x4,5	0	2	2	40032	16836
22	5	Central	2x4,5	0	2	2	138365	27980
23	5	Central	3x3	1	1	2	133026	28297
24	3	Central	4x3	3	0	3	28124	11832
25	3	Central	4x3	3	0	3	28030	11793
26	5	Central	3x3	1	1	2	133007	25292
27	5	Central	2x3	0	2	2	129696	25824
28	3	Central	2x3	0	2	2	14486	6105
29	3	Central	2x3	0	2	2	25044	10534
30	3	Central	2x3	0	2	2	32055	13483
31	3	Central	2x3	0	2	2	29471	12396
32	3	Central	2x3	0	2	2	16909	7118
33	3	Central	2x3	0	2	2	16785	7063
34	3	Central	2x3	0	2	2	17446	7337
35	3	Central	2x3	0	2	2	12563	5291
36	3	Central	2x4,5	0	2	2	55497	23351
37	5	Central	2x4,5	0	2	2	158228	27076
38	5	Central	2x4,5	0	2	2	154729	44681
39	5	Central	2x4,5	0	2	2	154729	26038
40	5	Central	2x4,5	0	2	2	156463	45691
41	3	Central	2x4,5	0	2	2	58565	24645
42	3	Central	2x3	0	2	2	30481	12814
43	5	Central	2x3	0	2	2	130936	24418
44	5	Central	3x3	1	1	2	134198	29226
45	3	Central	4x3	3	0	3	24542	10323
46	3	Lateral	2x7	4	0	4	69221	29143
47	3	Lateral	2x7	4	0	4	68614	28887
48	3	Central	4x3	3	0	3	22433	9437
49	5	Central	3x3	1	1	2	132606	27953
50	5	Central	2x3	0	2	2	129960	24523
51	3	Central	2x3	0	2	2	16614	6996
52	3	Central	2x3	0	2	2	16635	7006
53	3	Central	2x3	0	2	2	16635	7006
54	5	Central	2x3	0	2	2	129735	24633
55	5	Central	3x3	1	1	2	131407	26987
56	3	Central	4x3	2	0	2	28472	11989
57	5	Central	3x3	1	1	2	132119	25874
58	5	Central	2x3	0	2	2	129820	25757
59	3	Central	2x3	0	2	2	16931	7123
60	3	Central	2x3	0	2	2	26602	11192
61	3	Lateral	1x7	1	1	2	26516	11155
62	3	Lateral	1x7	1	1	2	24503	10308
63	3	Lateral	1x7	1	1	2	34037	14318
64	3	Lateral	1x7	1	1	2	38134	16044
65	5	Lateral	1x7	1	1	2	138235	28668
66	5	Central	2x4,5	0	2	2	134515	29130
67	5	Central	2x4,5	0	2	2	134167	26397
68	5	Central	2x4,5	0	2	2	133497	28376
69	3	Central	2x4,5	0	2	2	26088	10965
70	3	Central	2x4,5	0	2	2	23399	9834
71	3	Central	2x4,5	0	2	2	17781	7471
72	3	Central	2x4,5	0	2	2	53630	22566
73	3	Central	2x4,5	0	2	2	61717	25972
74	5	Central	2x4,5	0	2	2	147348	33526
75	5	Central	3x3	1	1	2	134505	29344
76	3	Central	4x3	3	0	3	26723	11244
77	3	Central	4x3	3	0	3	23486	9886
78	5	Central	3x3	1	1	2	131606	25205
79	5	Central	2x3	0	2	2	129998	25991
80	3	Lateral	1x7	1	1	2	27685	11644
81	3	Lateral	1x7	1	1	2	44056	18533
82	3	Lateral	1x7	1	1	2	70013	29473
83	3	Lateral	1x7	1	1	2	68121	28675
84	5	Lateral	1x7	1	1	2	150299	36146

85	2	Lateral	2x7	3	0	3	72463	30508
86	5	Lateral	2x7	3	0	3	143759	24085
87	3	Lateral	2x7	3	0	3	42613	17934
88	3	Lateral	2x7	4	0	4	29436	12390
89	3	Lateral	2x7	4	0	4	29759	12526
90	3	Central	4x3	3	0	3	23111	9721
91	5	Central	2x3	0	0	0	130181	26389
92	5b-hormigón	Topera					243600	44797
93	5	Topera					127812	24210

ETS Datos característicos de cada poste

Tipo de poste	TUBO INFERIOR				Kg.m	N.m
	D.Tubo Inf.	E.Tubo Inf.	I.Tubo Inf. (cm.4)	I.Tubo Inf. (cm.3)	Mom.Max.Inf.	Mom.Max.Inf.
3	273	5	3781	277	7618	74652
2	273	8	5852	429	11798	115616
5	273	12	8396	615	16913	165743
5a	273	12,5	8697	637	22614	221612
5b-hormigón	273	12,5	12340	904	24860	243628
5c-doble tubo	273 / 193,7	12,5 / 12	11290	827	22743	222877

TUBO SUPERIOR

D.Tubo Sup.	E.Tubo Sup.	I.Tubo Sup.(cm.4)	I.Tubo Sup.(cm.3)	Kg.m Mom.Max.Sup.	N.m Mom.Max.Sup.
193,7	5	1320	136	3740	36652
193,7	5	1320	136	3740	36652
193,7	10	2442	252	6930	67914
193,7	12	2839	293	10402	101935
193,7	12	2839	293	8058	78964
193,7	12	2839	293	8058	78964

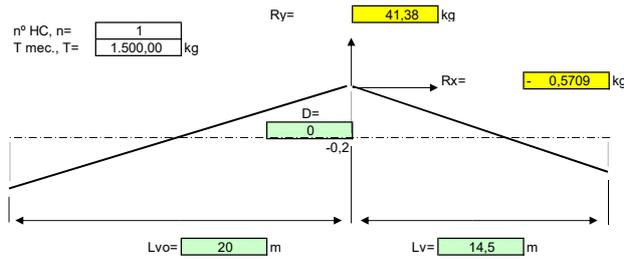
Acero tipo	Módulo de Young (10E11N/m.2)
S-275	2,06
S-275	2,06
S-275	2,06
S-355	2,06
S-275+hormigón	2,06
S-275	2,06

Poste 74 Univ.
Cat. 1
Vía izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

nº HC, n=
T mec., T= kg

Do=
-0,2



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

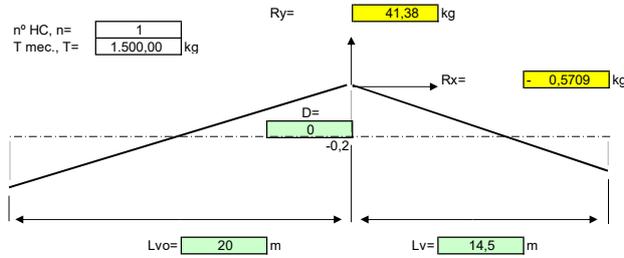
D1=
0,2

Poste 74 Univ.
Cat. 2
Vía derecha

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

nº HC, n=
T mec., T= kg

Do=
-0,2



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

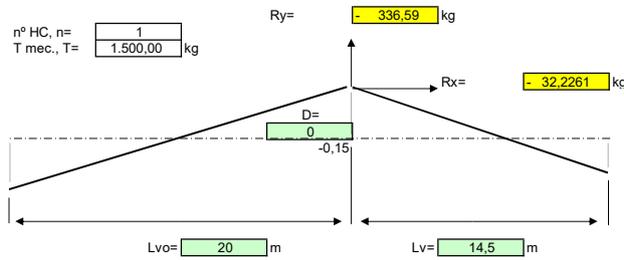
D1=
0,2

Poste 74 Univ.
Cat. 3
Escape

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

nº HC, n=
T mec., T= kg

Do=
0,2



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

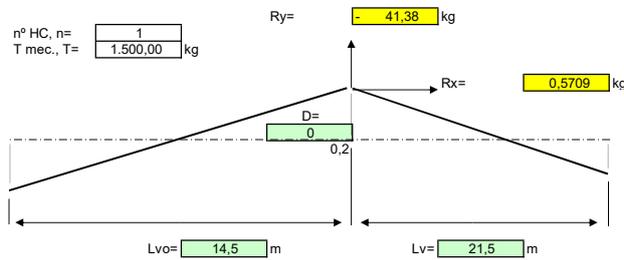
D1=
-2,85

Poste 75 Univ.
Cat. 1
Vía izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

nº HC, n=
T mec., T= kg

Do=
-0,2



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

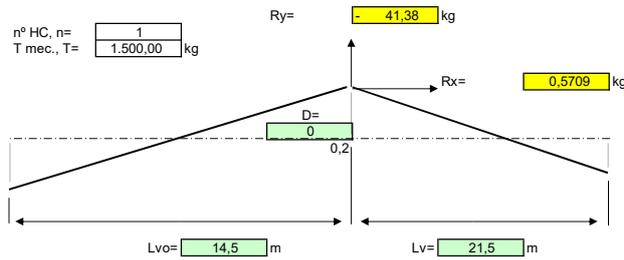
D1=
0,2

Poste 75 Univ.
Cat. 2
Vía derecha

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

nº HC, n=
T mec., T= kg

Do=
-0,2



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

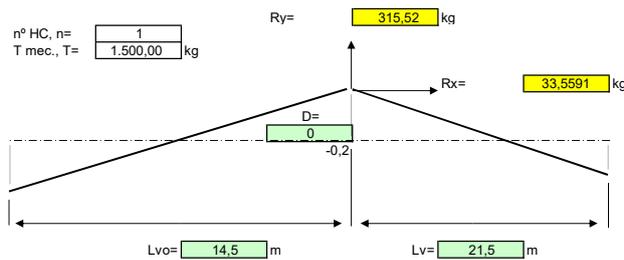
D1=
0,2

Poste 75 Univ.
Cat. 3
Escape

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

nº HC, n=
T mec., T= kg

Do=
2,85



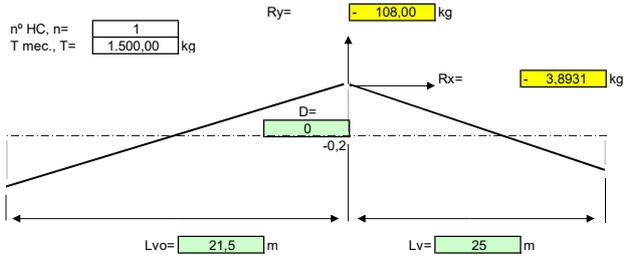
Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1=
-0,2

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

Poste 77 Univ.

Cat. 1
Via izquierda

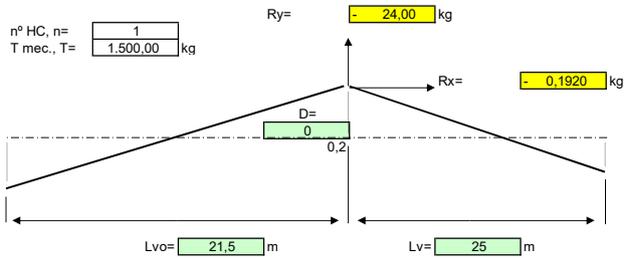


Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1= -2

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

Poste 77 Univ.
Cat. 2
Via izquierda

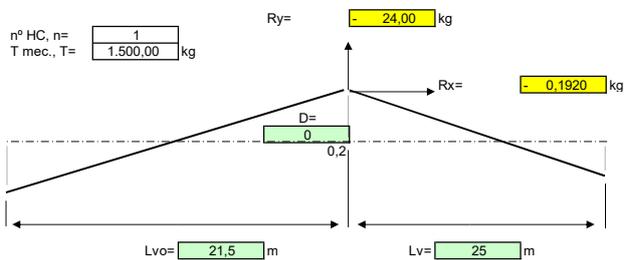


Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1= -0,2

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

Poste 77 Univ.
Cat. 3
Via derecha

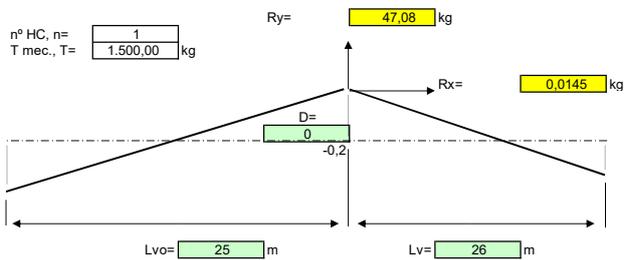


Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1= -0,2

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

Poste 78 Univ.
Cat. 1
Via izquierda

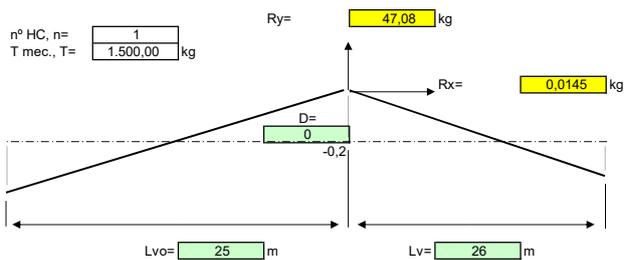


Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1= 0,2

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

Poste 78 Univ.
Cat. 2
Via derecha

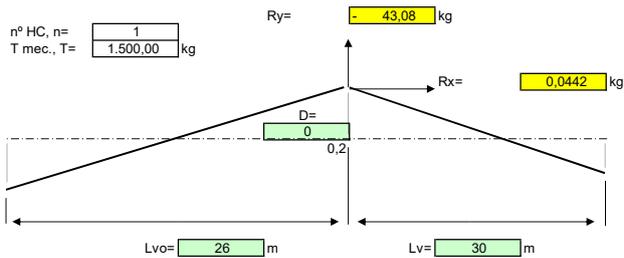


Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1= 0,2

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

Poste 1
Cat. 1
Via izquierda



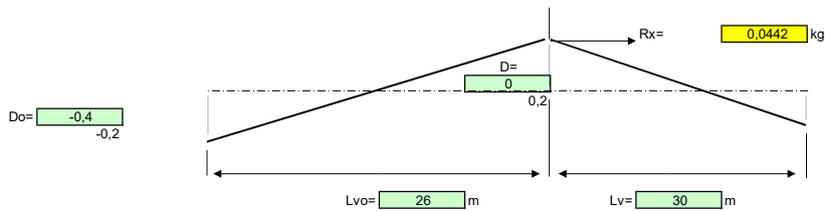
Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1= -0,2

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

Poste 1
Cat. 2
Via derecha





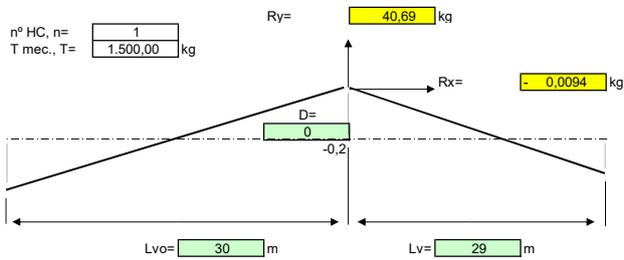
Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior

Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

$D_1 = -0,4$
 $-0,2$

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

Poste 2
Cat. 1
Via izquierda



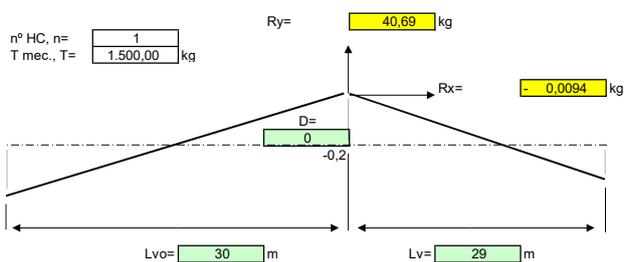
Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior

Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

$D_1 = 0,4$
 $0,2$

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

Poste 2
Cat. 2
Via derecha



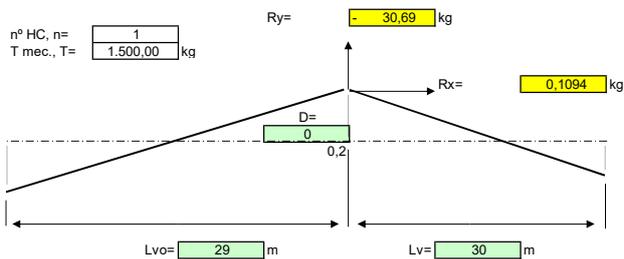
Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior

Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

$D_1 = 0,4$
 $0,2$

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

Poste 3
Cat. 1
Via izquierda



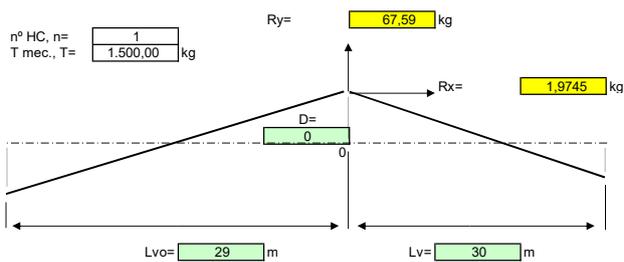
Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior

Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

$D_1 = -0,2$
 0

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

Poste 3
Cat. 2
Via izquierda



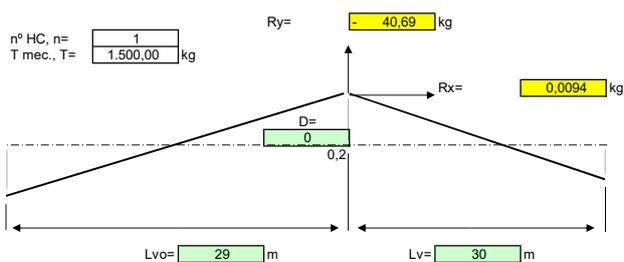
Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior

Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

$D_1 = -0,2$
 $-0,2$

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

Poste 3
Cat. 2
Via derecha



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior

Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

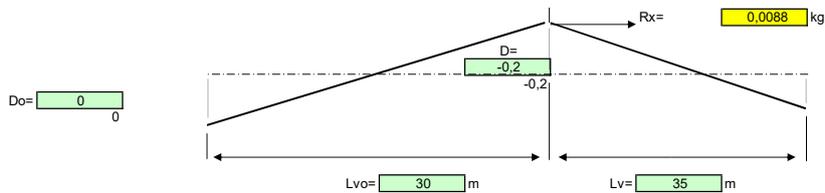
$D_1 = -0,4$
 $-0,2$

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

Poste 4
Cat. 1
Via izquierda



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior



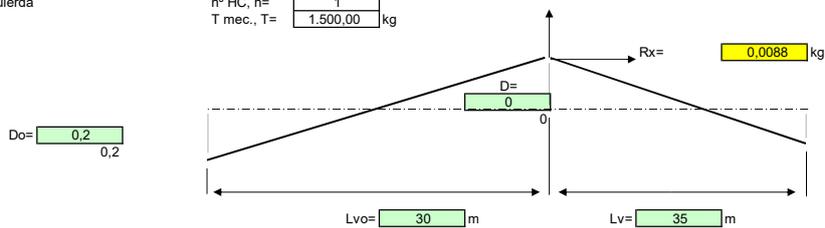
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1=

Poste 4
Cat. 2
Via izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

nº HC, n=
T mec., T= kg



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior

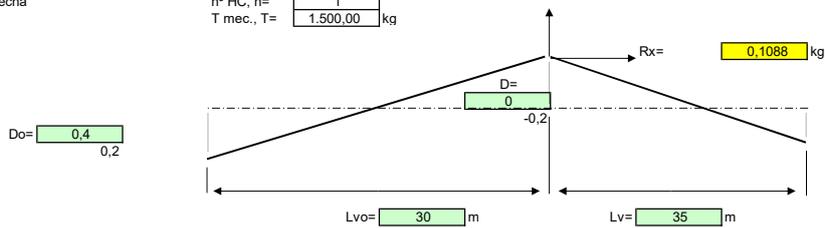
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1=

Poste 4
Cat. 3
Via derecha

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

nº HC, n=
T mec., T= kg



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior

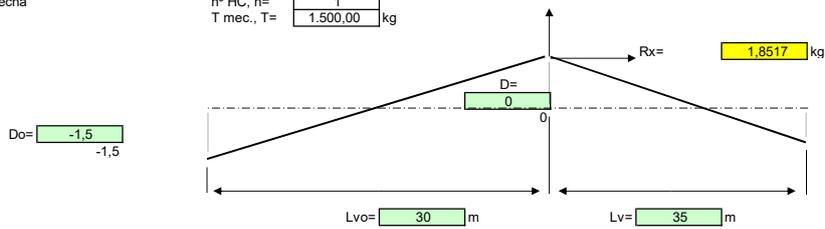
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1=

Poste 4
Cat. 4
Via derecha

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

nº HC, n=
T mec., T= kg



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior

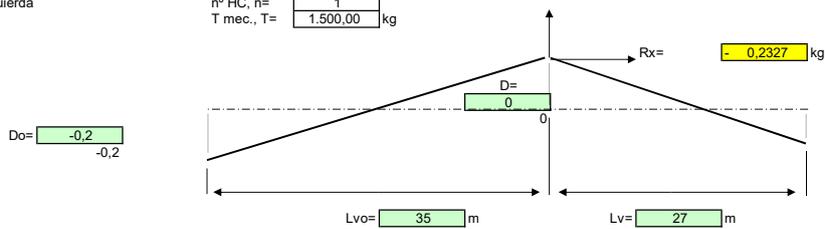
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1=

Poste 5
Cat. 1
Via izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

nº HC, n=
T mec., T= kg



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior

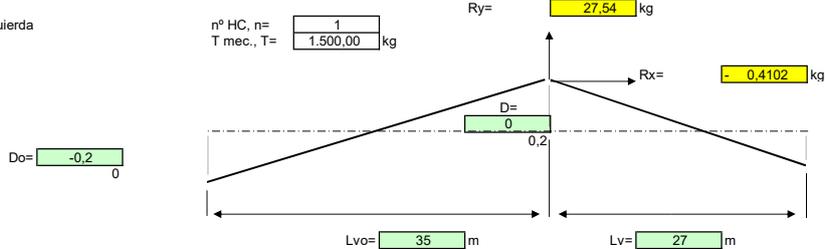
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1=

Poste 5
Cat. 2
Via izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

nº HC, n=
T mec., T= kg



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior

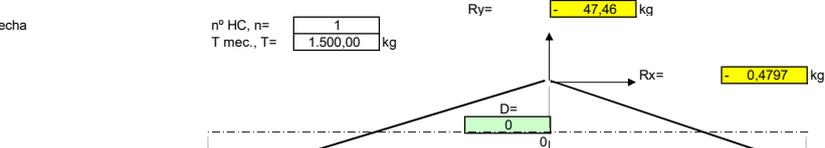
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1=

Poste 5
Cat. 3
Via derecha

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

nº HC, n=
T mec., T= kg



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior

Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

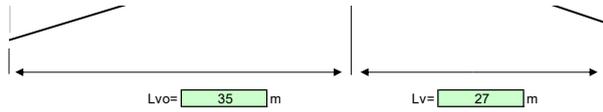
n1=

OK

OK

OK

Do= -0,2
-0,2



D1= 0
0

Poste 5
Cat. 4
Via derecha

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

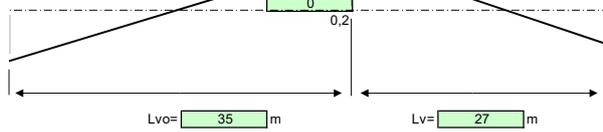
nº HC, n= 1
T mec., T= 1.500,00 kg

Ry= -33,57 kg

Rx= -0,1839 kg

Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

Do= -0,2
0



D1= -0,45
0,2

Poste 6
Cat. 1
Via izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en CURVA

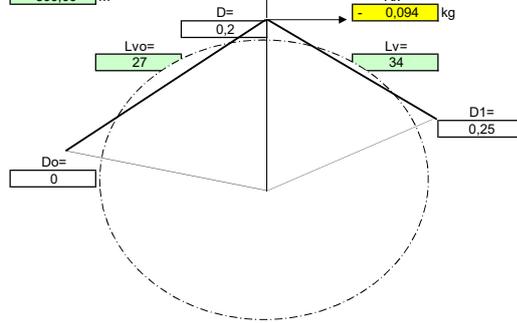
Perfil: 1 En curva, siempre que los vanos anterior y posterior al perfil a calcular sean iguales el Rx = 0

nº HC, n= 1
T mec., T= 1.500,00 kg
R.curva, R= 500,00 m

Ry= 100,37 kg

Rx= -0,094 kg

Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior



Poste 6
Cat. 2
Via izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en CURVA

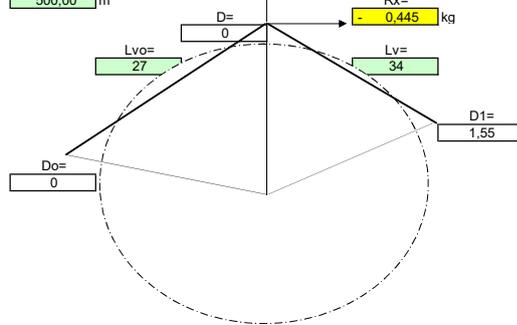
Perfil: 2 En curva, siempre que los vanos anterior y posterior al perfil a calcular sean iguales el Rx = 0

nº HC, n= 1
T mec., T= 1.500,00 kg
R.curva, R= 500,00 m

Ry= 23,01 kg

Rx= -0,445 kg

Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior



Poste 6
Cat. 3
Via izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en CURVA

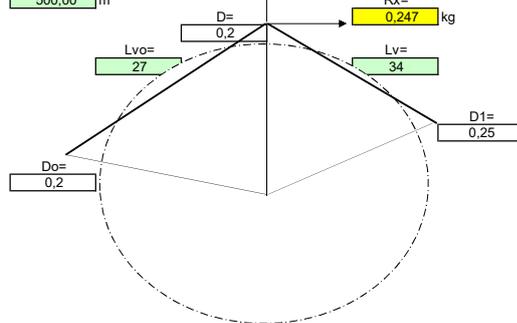
Perfil: 3 En curva, siempre que los vanos anterior y posterior al perfil a calcular sean iguales el Rx = 0

nº HC, n= 1
T mec., T= 1.500,00 kg
R.curva, R= 500,00 m

Ry= 89,26 kg

Rx= 0,247 kg

Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

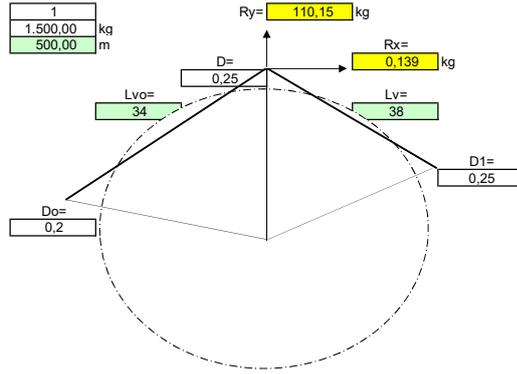


Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en CURVA

Poste 7
Cat. 1 y 2
Vía izquierda y derecha

Perfil: 1 En curva, siempre que los vanos anterior y posterior al perfil a calcular sean iguales el $R_x = 0$

nº HC, n= 1
T mec., T= 1.500,00 kg
R.curva, R= 500,00 m



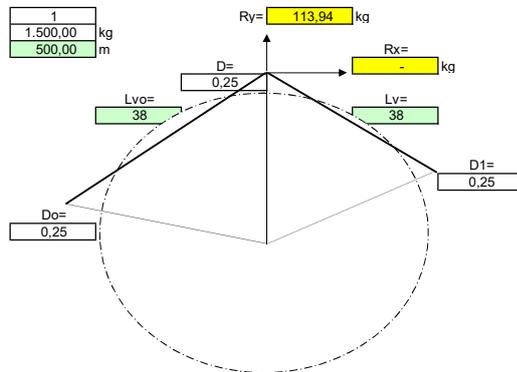
Si R_x (+) fuerza hacia el vano posterior
Si R_x (-) fuerza hacia el vano anterior

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en CURVA

Perfil: 1 En curva, siempre que los vanos anterior y posterior al perfil a calcular sean iguales el $R_x = 0$

Poste 8
Cat. 1 y 2
Vía izquierda y derecha

nº HC, n= 1
T mec., T= 1.500,00 kg
R.curva, R= 500,00 m



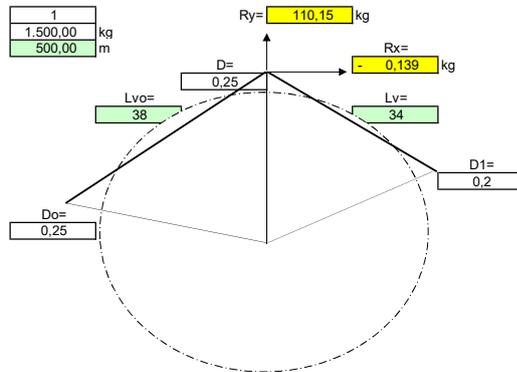
Si R_x (+) fuerza hacia el vano posterior
Si R_x (-) fuerza hacia el vano anterior

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en CURVA

Perfil: 1 En curva, siempre que los vanos anterior y posterior al perfil a calcular sean iguales el $R_x = 0$

Poste 9
Cat. 1 y 2
Vía izquierda y derecha

nº HC, n= 1
T mec., T= 1.500,00 kg
R.curva, R= 500,00 m



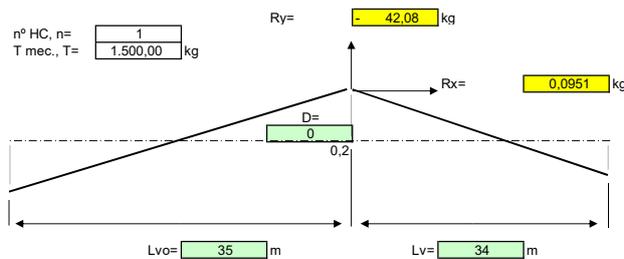
Si R_x (+) fuerza hacia el vano posterior
Si R_x (-) fuerza hacia el vano anterior

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

Poste 10
Cat. 1
Vía izquierda

nº HC, n= 1
T mec., T= 1.500,00 kg

D0= -0.57
-0.37



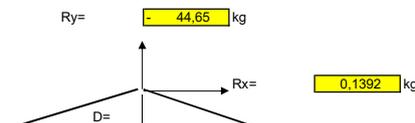
Si R_x (+) fuerza hacia el vano posterior
Si R_x (-) fuerza hacia el vano anterior

D1= -0.4
-0.2

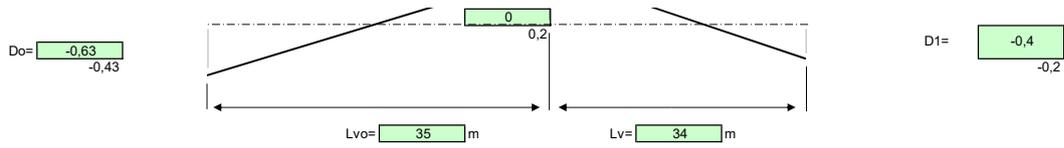
Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

Poste 10
Cat. 2
Vía derecha

nº HC, n= 1
T mec., T= 1.500,00 kg

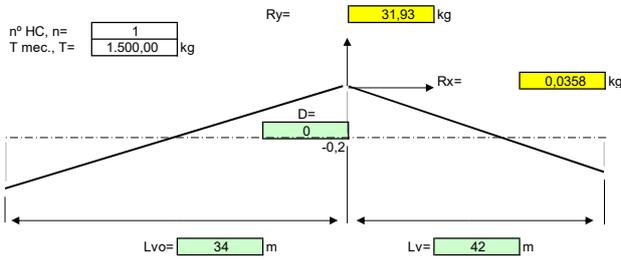


Si R_x (+) fuerza hacia el vano posterior
Si R_x (-) fuerza hacia el vano anterior



Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

Poste 11
Cat. 1
Via izquierda



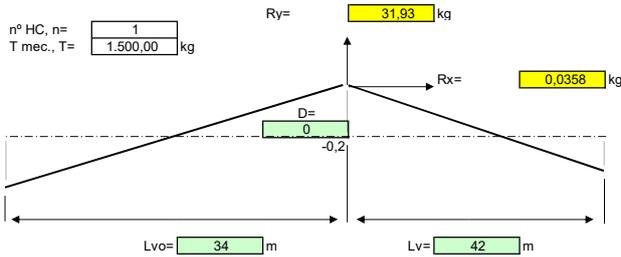
Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

Do=

D1=

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

Poste 11
Cat. 2
Via derecha



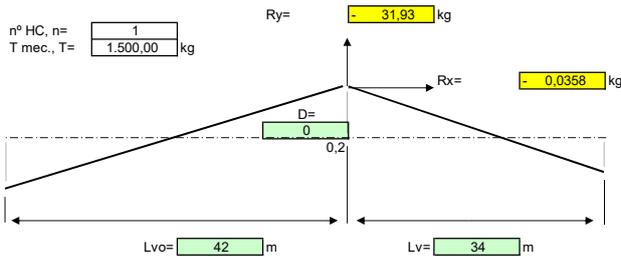
Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

Do=

D1=

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

Poste 12
Cat. 1
Via izquierda



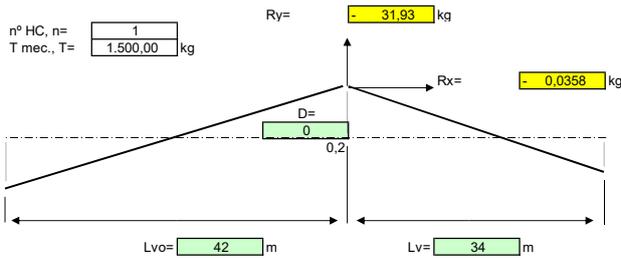
Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

Do=

D1=

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

Poste 12
Cat. 2
Via derecha



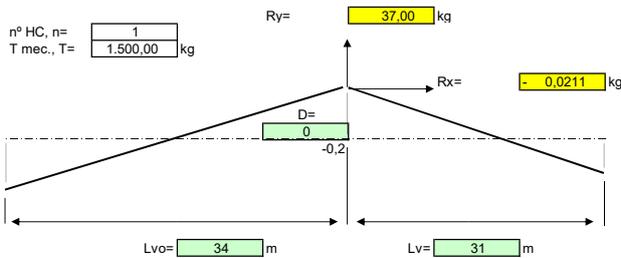
Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

Do=

D1=

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

Poste 13
Cat. 1
Via izquierda



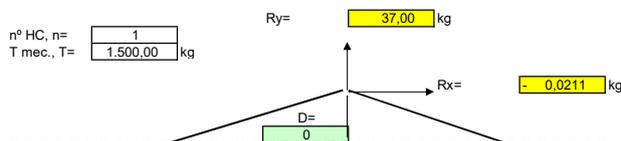
Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

Do=

D1=

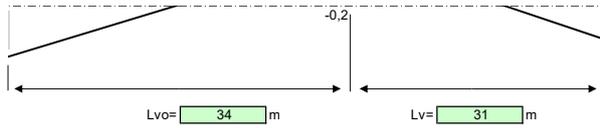
Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

Poste 13
Cat. 2
Via derecha



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

Do= 0,4
0,2



D1= 0,4
0,2

Poste 14
Cat. 1
Via izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

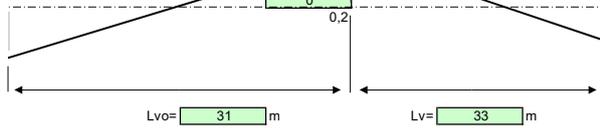
nº HC, n= 1
T mec., T= 1.500,00 kg

Ry= - 37,54 kg

Rx= 0,0147 kg

D= 0

Do= -0,4
-0,2



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1= -0,4
-0,2

Poste 14
Cat. 2
Via derecha

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

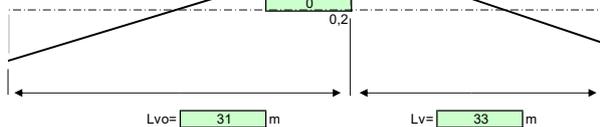
nº HC, n= 1
T mec., T= 1.500,00 kg

Ry= - 37,54 kg

Rx= 0,0147 kg

D= 0

Do= -0,4
-0,2



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1= -0,4
-0,2

Poste 15
Cat. 1
Via izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

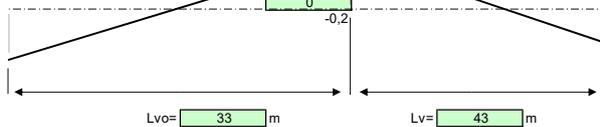
nº HC, n= 1
T mec., T= 1.500,00 kg

Ry= 32,14 kg

Rx= 0,0453 kg

D= 0

Do= 0,4
0,2



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1= 0,4
0,2

Poste 15
Cat. 2
Via derecha

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

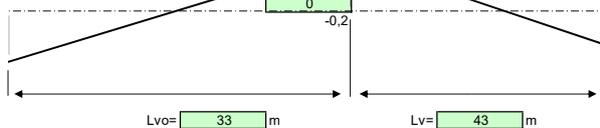
nº HC, n= 1
T mec., T= 1.500,00 kg

Ry= 32,14 kg

Rx= 0,0453 kg

D= 0

Do= 0,4
0,2



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1= 0,4
0,2

Poste 16
Cat. 1
Via izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

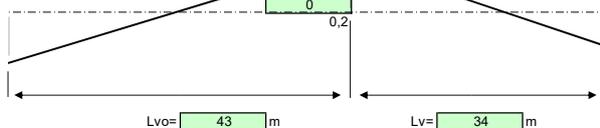
nº HC, n= 1
T mec., T= 1.500,00 kg

Ry= - 31,60 kg

Rx= - 0,0389 kg

D= 0

Do= -0,4
-0,2



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1= -0,4
-0,2

Poste 16
Cat. 2
Via derecha

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

nº HC, n= 1
T mec., T= 1.500,00 kg

Ry= - 31,60 kg

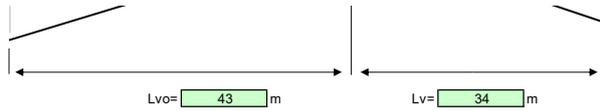
Rx= - 0,0389 kg

D= 0

Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1= -0,4

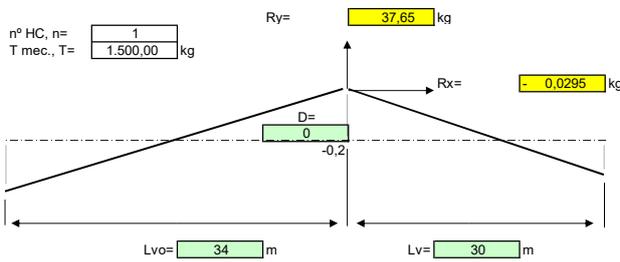
Do= -0,4
-0,2



Do= -0,4
-0,2

Poste 17
Cat. 1
Via izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA



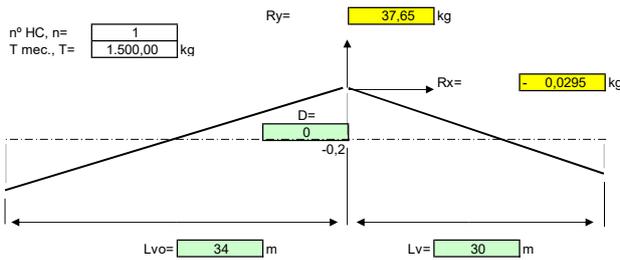
Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

Do= 0,4
0,2

D1= 0,2

Poste 17
Cat. 2
Via derecha

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA



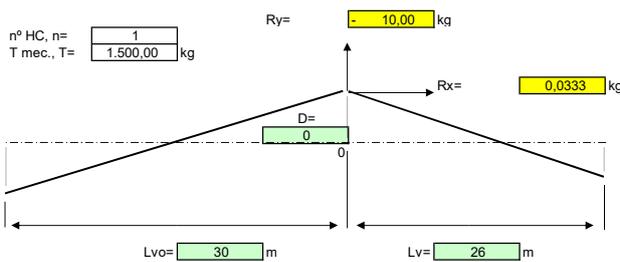
Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

Do= 0,4
0,2

D1= 0,2

Poste 18
Cat. 1
Via izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA



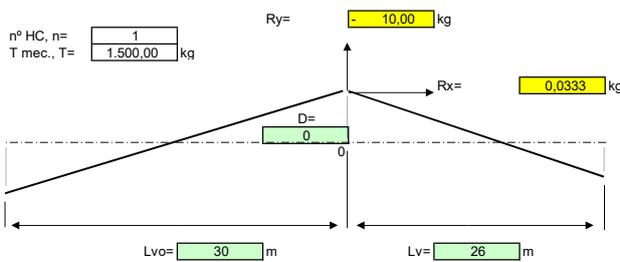
Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

Do= -0,2
-0,2

D1= 0

Poste 18
Cat. 2
Via derecha

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA



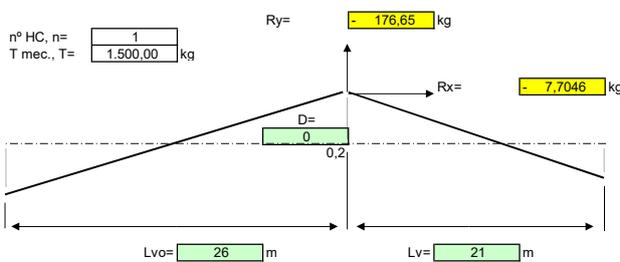
Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

Do= -0,2
-0,2

D1= 0

Poste 19aa
Cat. 1
Via izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA



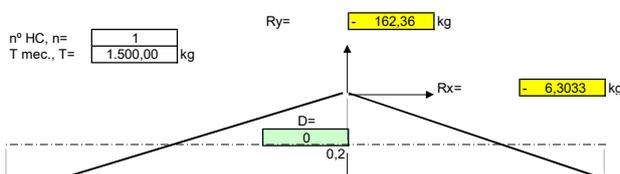
Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

Do= -0,4
-0,2

D1= -1,95

Poste 19aa
Cat. 2
Via derecha

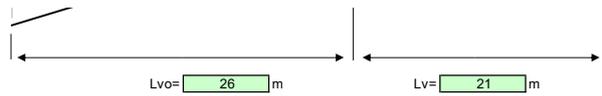
Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

Do= -0,4

D1=

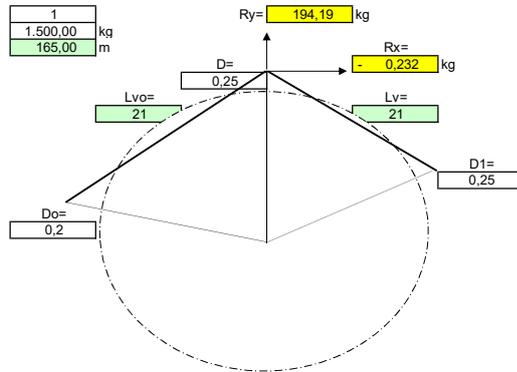


Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en CURVA

Poste 20
Cat. 1
Via izquierda

Perfil: 1 En curva, siempre que los vanos anterior y posterior al perfil a calcular sean iguales el $R_x = 0$

nº HC, n=	1
T mec., T=	1.500,00 kg
R.curva, R=	165,00 m



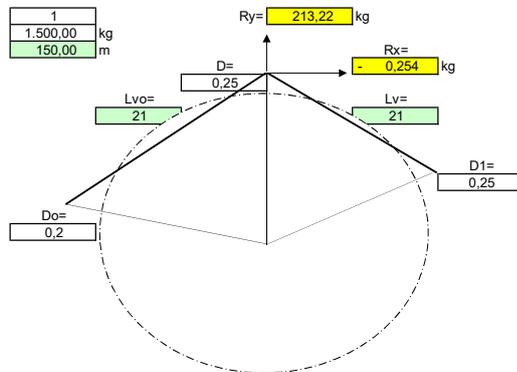
Si $R_x (+)$ fuerza hacia el vano posterior
Si $R_x (-)$ fuerza hacia el vano anterior

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en CURVA

Poste 20
Cat. 2
Via derecha

Perfil: 2 En curva, siempre que los vanos anterior y posterior al perfil a calcular sean iguales el $R_x = 0$

nº HC, n=	1
T mec., T=	1.500,00 kg
R.curva, R=	150,00 m



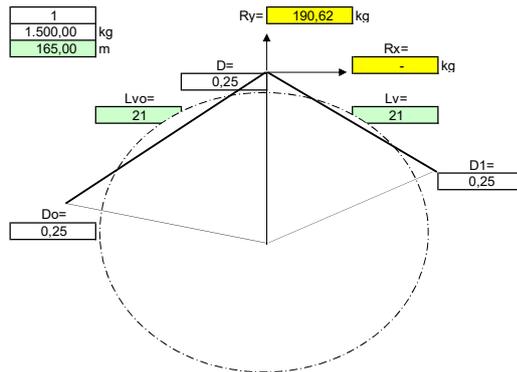
Si $R_x (+)$ fuerza hacia el vano posterior
Si $R_x (-)$ fuerza hacia el vano anterior

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en CURVA

Poste 21
Cat. 1
Via izquierda

Perfil: 1 En curva, siempre que los vanos anterior y posterior al perfil a calcular sean iguales el $R_x = 0$

nº HC, n=	1
T mec., T=	1.500,00 kg
R.curva, R=	165,00 m



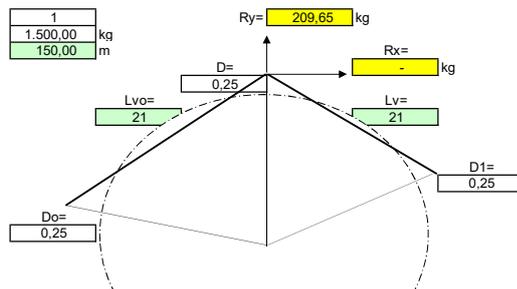
Si $R_x (+)$ fuerza hacia el vano posterior
Si $R_x (-)$ fuerza hacia el vano anterior

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en CURVA

Poste 21
Cat. 2
Via derecha

Perfil: 2 En curva, siempre que los vanos anterior y posterior al perfil a calcular sean iguales el $R_x = 0$

nº HC, n=	1
T mec., T=	1.500,00 kg
R.curva, R=	150,00 m



Si $R_x (+)$ fuerza hacia el vano posterior
Si $R_x (-)$ fuerza hacia el vano anterior



Poste 22
Cat. 1
Via izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

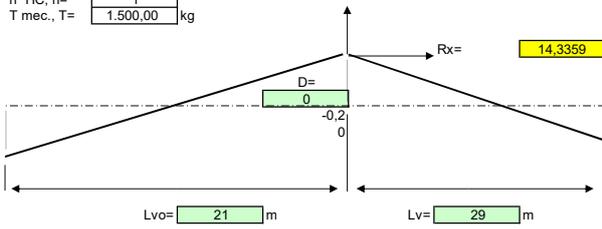
nº HC, n=
T mec., T= kg

Ry= kg

Rx= kg

Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

Do=
-3,1
0,25



D1=
-0,2

Poste 22
Cat. 2
Via derecha

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

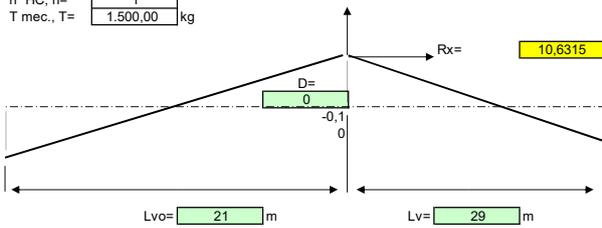
nº HC, n=
T mec., T= kg

Ry= kg

Rx= kg

Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

Do=
-2,6



D1=
-0,2

Poste 23
Cat. 1
Via izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

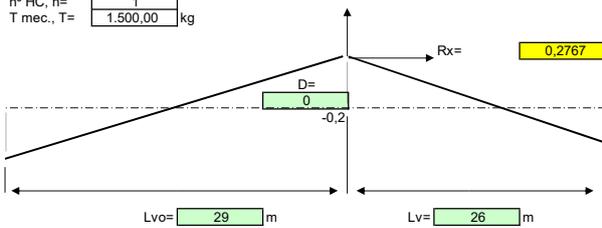
nº HC, n=
T mec., T= kg

Ry= kg

Rx= kg

Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

Do=
-0,4
0



D1=
0

Poste 23
Cat. 2
Via izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

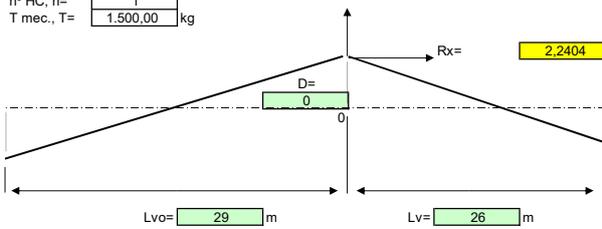
nº HC, n=
T mec., T= kg

Ry= kg

Rx= kg

Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

Do=
1,6



D1=
0,2

Poste 23
Cat. 3
Via derecha

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

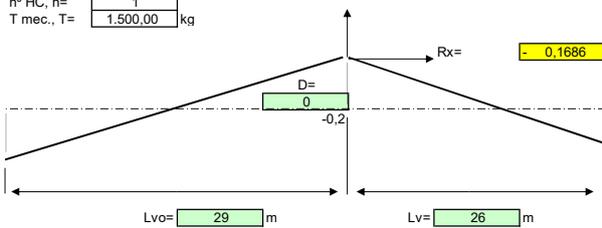
nº HC, n=
T mec., T= kg

Ry= kg

Rx= kg

Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

Do=
-0,1
0



D1=
0,2

Poste 24
Cat. 1
Via izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

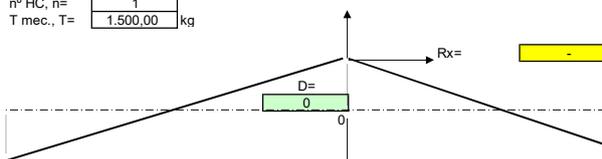
nº HC, n=
T mec., T= kg

Ry= kg

Rx= kg

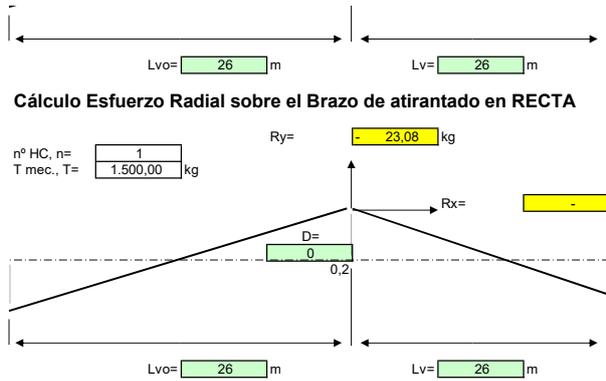
Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

Do=
-0,2



D1=
-0,2

Poste 24
Cat. 2
Via izquierda

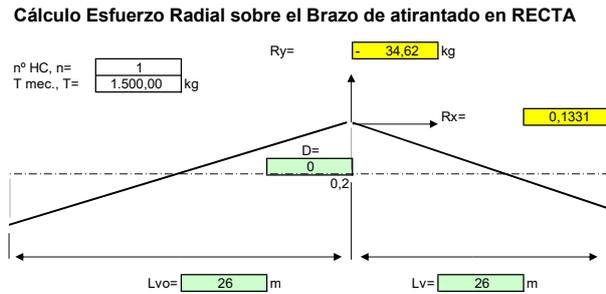


Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

$D_1=$

-0,2
0

Poste 24
Cat. 3
Via derecha

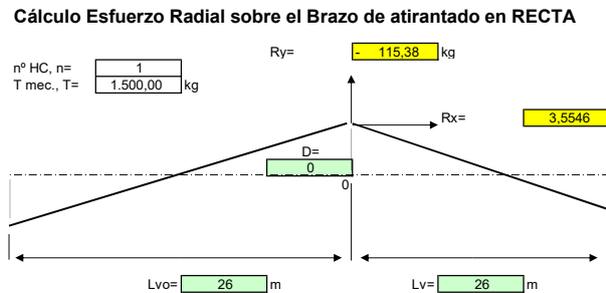


Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

$D_1=$

-0,2
0

Poste 24
Cat. 4
Via derecha

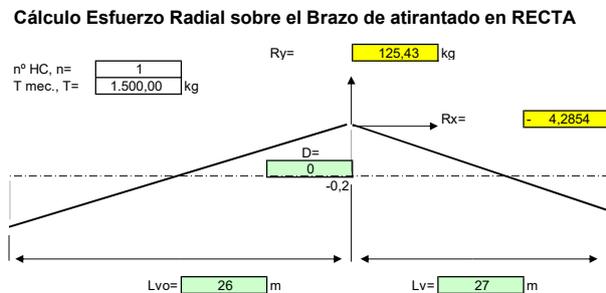


Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

$D_1=$

-0,2
-0,2

Poste 25
Cat. 1
Via izquierda

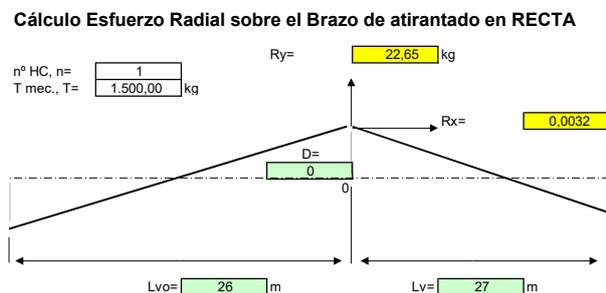


Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

$D_1=$

2,05
1,85

Poste 25
Cat. 2
Via izquierda

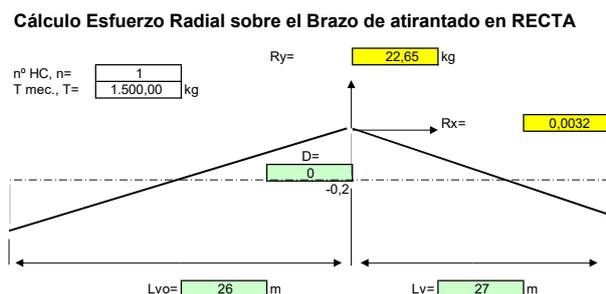


Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

$D_1=$

0,2
0,2

Poste 25
Cat. 3
Via derecha



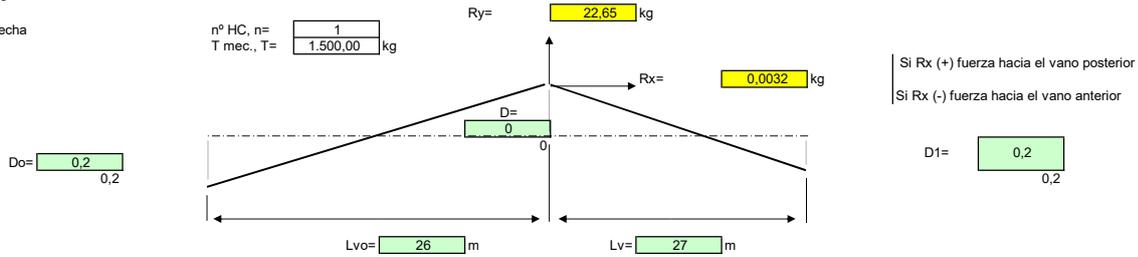
Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

$D_1=$

0,2
0

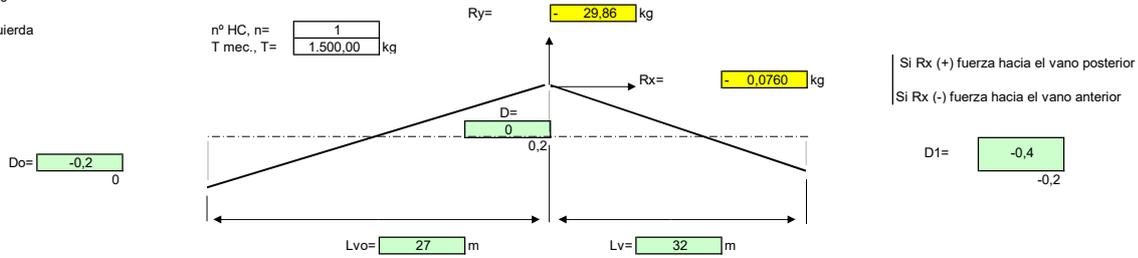
Poste 25
Cat. 4
Via derecha

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA



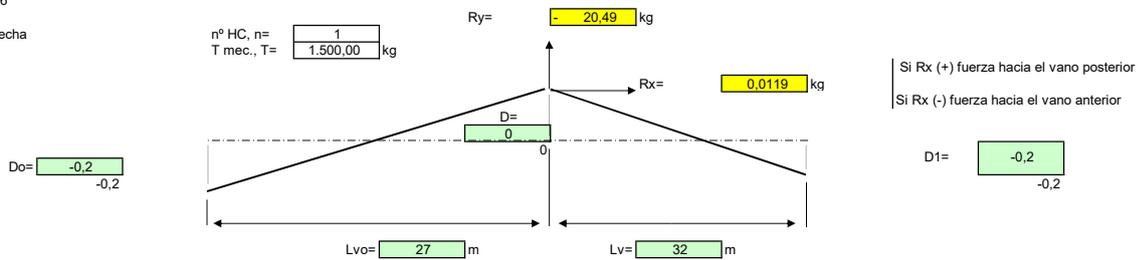
Poste 26
Cat. 1
Via izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA



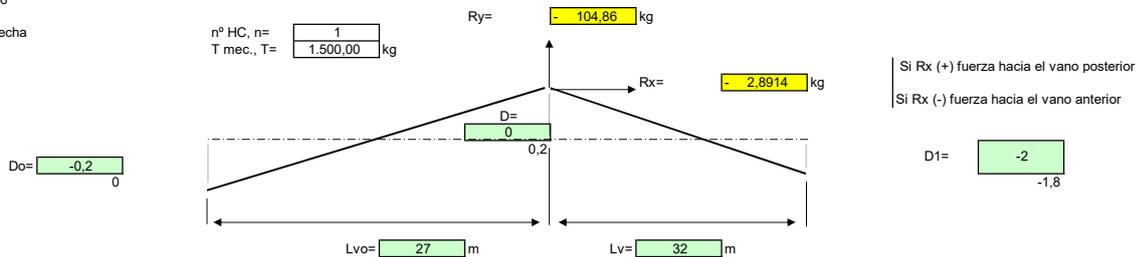
Poste 26
Cat. 2
Via derecha

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA



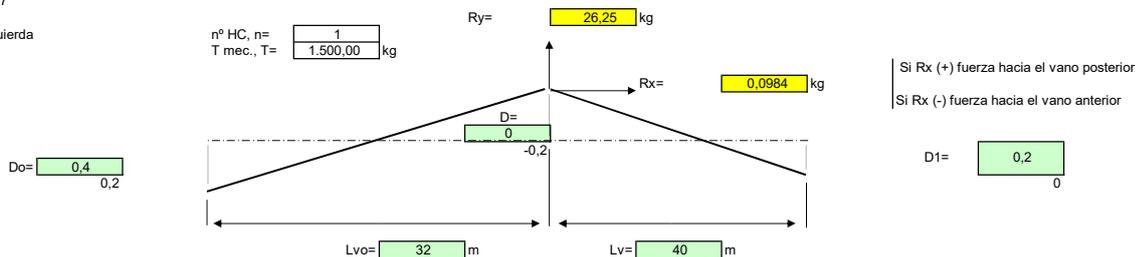
Poste 26
Cat. 3
Via derecha

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA



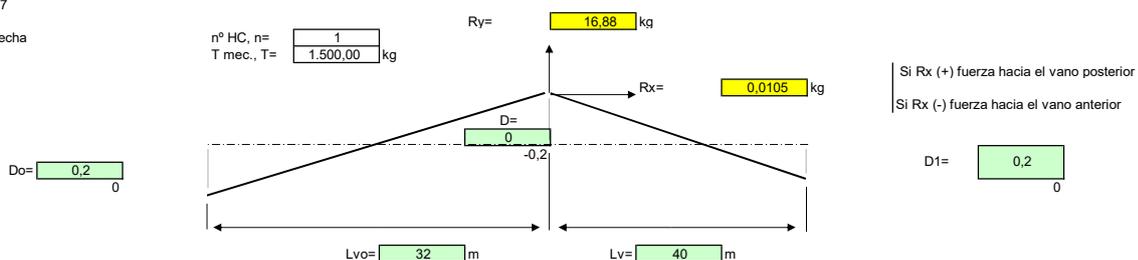
Poste 27
Cat. 1
Via izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA



Poste 27
Cat. 2
Via derecha

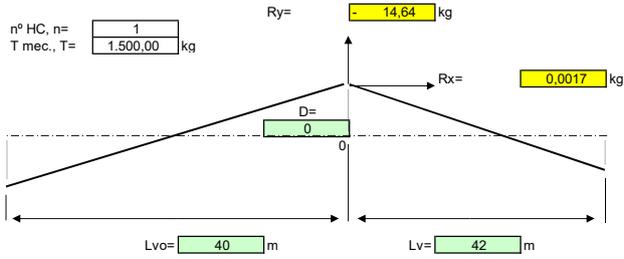
Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA



Poste 28

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

Cat. 1
Via izquierda

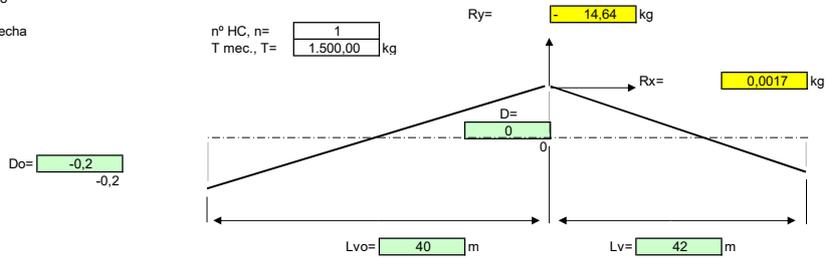


Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1= kg

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

Poste 28
Cat. 2
Via derecha

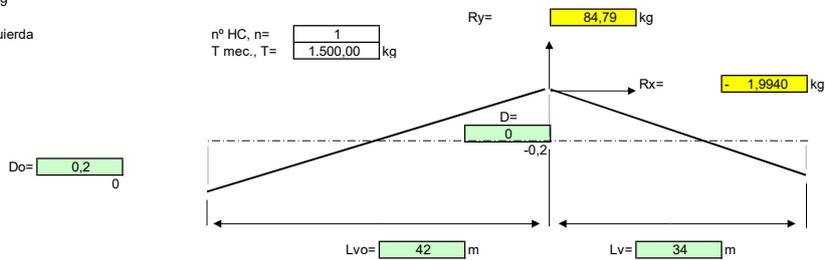


Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1= kg

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

Poste 29
Cat. 1
Via izquierda

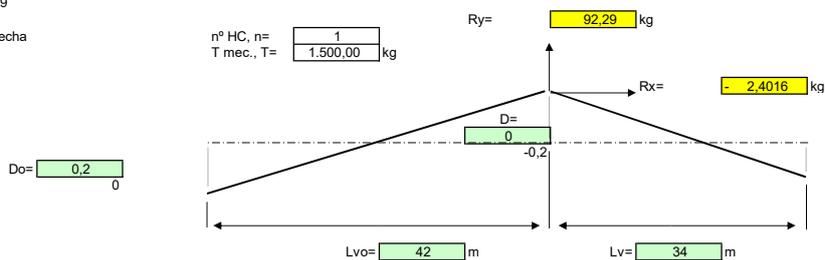


Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1= kg

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

Poste 29
Cat. 2
Via derecha



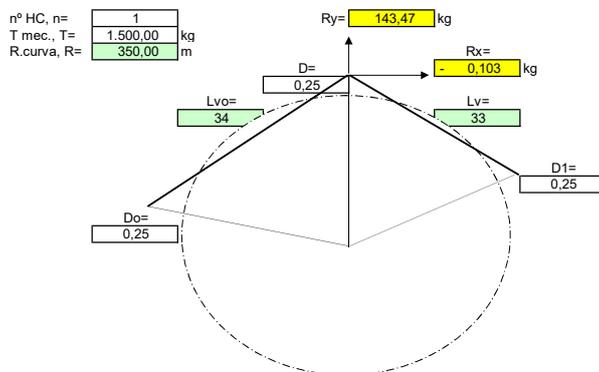
Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1= kg

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en CURVA

Poste 30
Cat. 1
Via izquierda

Perfil: 1 En curva, siempre que los vanos anterior y posterior al perfil a calcular sean iguales el Rx = 0

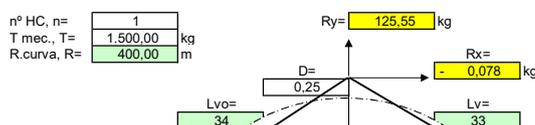


Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

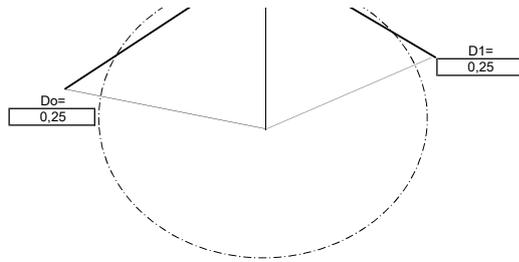
Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en CURVA

Poste 30
Cat. 2
Via derecha

Perfil: 1 En curva, siempre que los vanos anterior y posterior al perfil a calcular sean iguales el Rx = 0



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior



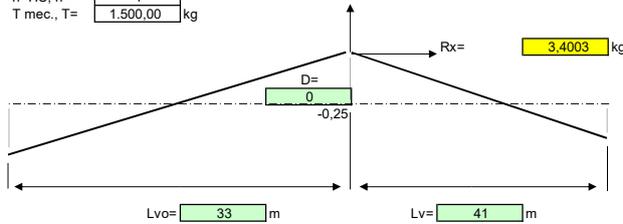
Poste 31
Cat. 1
Vía izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

nº HC, n=
T mec., T= kg

Ry= kg

Do=
-2
-0,25



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1=
0,2

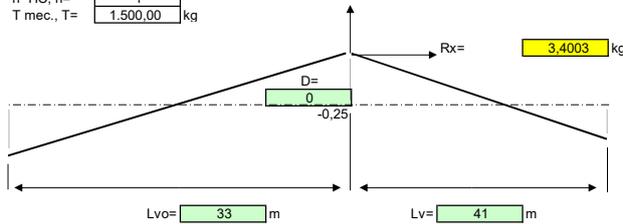
Poste 31
Cat. 2
Vía derecha

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

nº HC, n=
T mec., T= kg

Ry= kg

Do=
-2
0,25



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1=
0,2

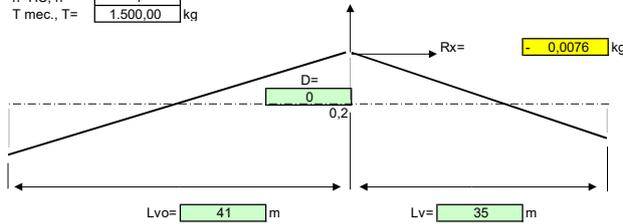
Poste 32
Cat. 1
Vía izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

nº HC, n=
T mec., T= kg

Ry= kg

Do=
-0,25



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1=
-0,2

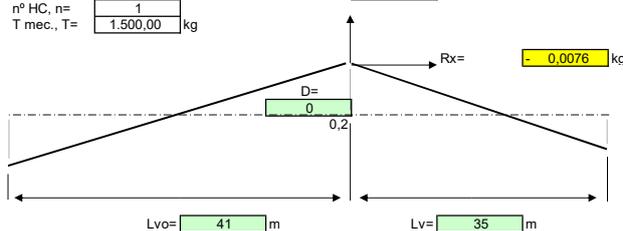
Poste 32
Cat. 2
Vía derecha

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

nº HC, n=
T mec., T= kg

Ry= kg

Do=
-0,25



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1=
-0,2

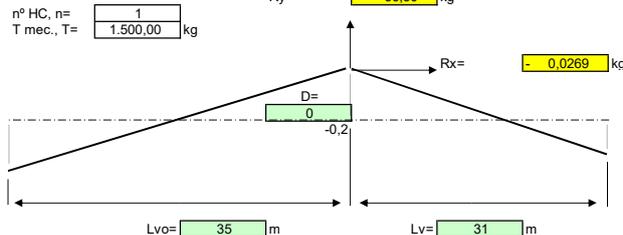
Poste 33
Cat. 1
Vía izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

nº HC, n=
T mec., T= kg

Ry= kg

Do=
0,2



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1=
0,2

Poste 33
Cat. 2

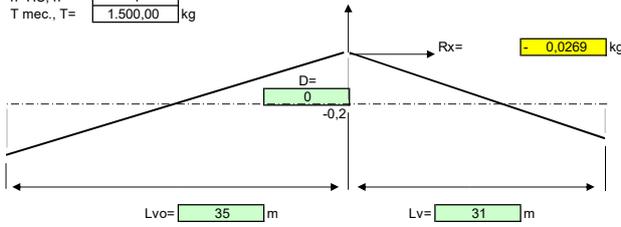
Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

Ry= kg

Via derecha

n° HC, n= 1
T mec., T= 1.500,00 kg

Do= 0,4
0,2



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

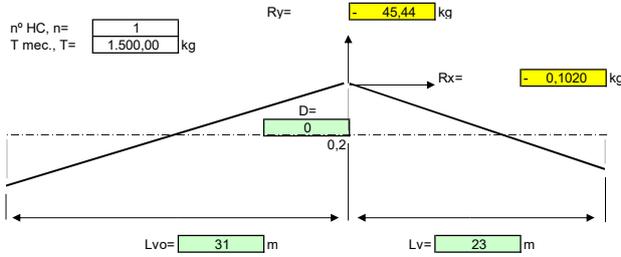
D1= 0,4
0,2

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

Poste 34
Cat. 1
Via izquierda

n° HC, n= 1
T mec., T= 1.500,00 kg

Do= -0,4
-0,2



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

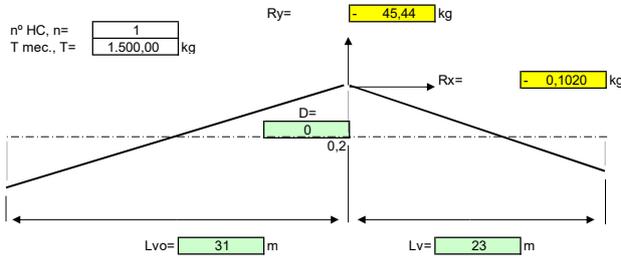
D1= -0,4
-0,2

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

Poste 34
Cat. 2
Via derecha

n° HC, n= 1
T mec., T= 1.500,00 kg

Do= -0,4
-0,2



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

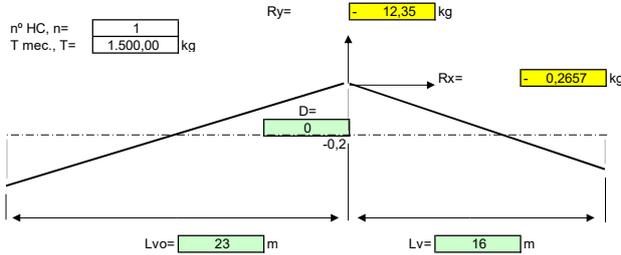
D1= -0,4
-0,2

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

Poste 35
Cat. 1
Via izquierda

n° HC, n= 1
T mec., T= 1.500,00 kg

Do= 0,4
0,2



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

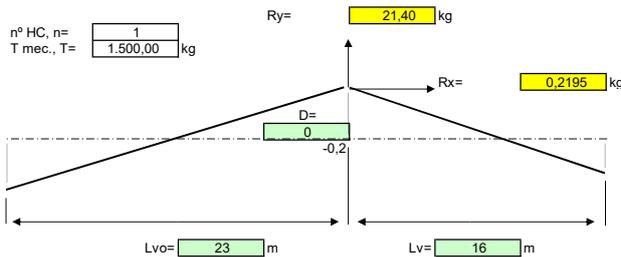
D1= -0,41
0,25

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

Poste 35
Cat. 2
Via derecha

n° HC, n= 1
T mec., T= 1.500,00 kg

Do= 0,4
0,2



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

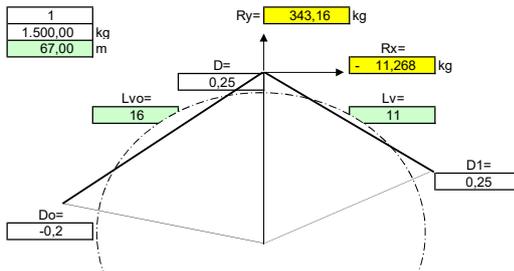
D1= -0,05
0,25

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en CURVA

Perfil: 1 En curva, siempre que los vanos anterior y posterior al perfil a calcular sean iguales el Rx = 0

Poste 36
Cat. 1
Via izquierda

n° HC, n= 1
T mec., T= 1.500,00 kg
R.curva, R= 67,00 m

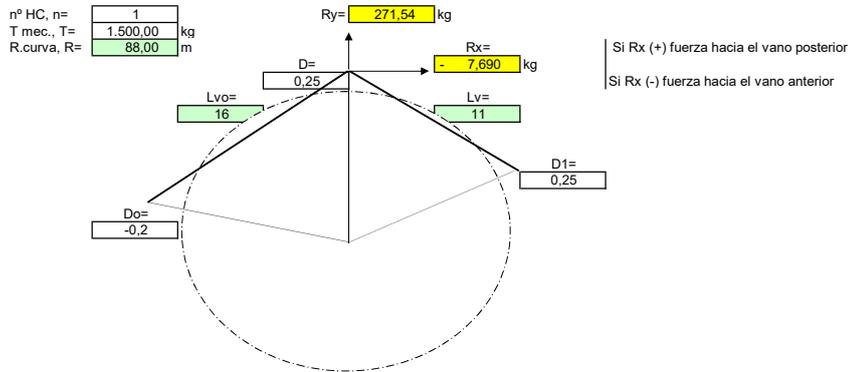


Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

Poste 36
 Cat. 2
 Vía derecha

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en CURVA

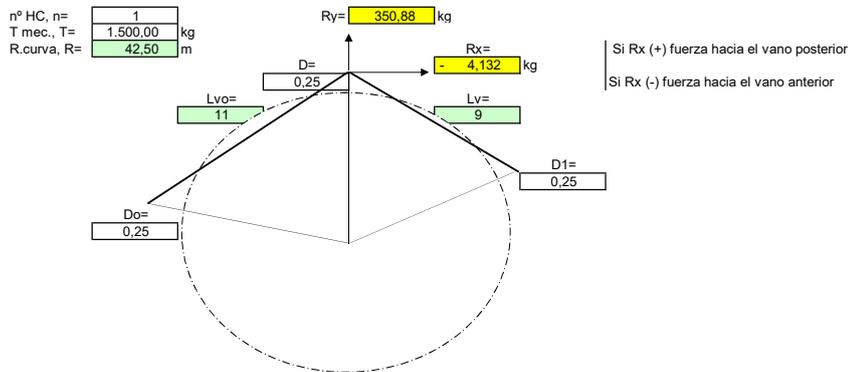
Perfil: 1 En curva, siempre que los vanos anterior y posterior al perfil a calcular sean iguales el $R_x = 0$



Poste 37
 Cat. 1
 Vía izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en CURVA

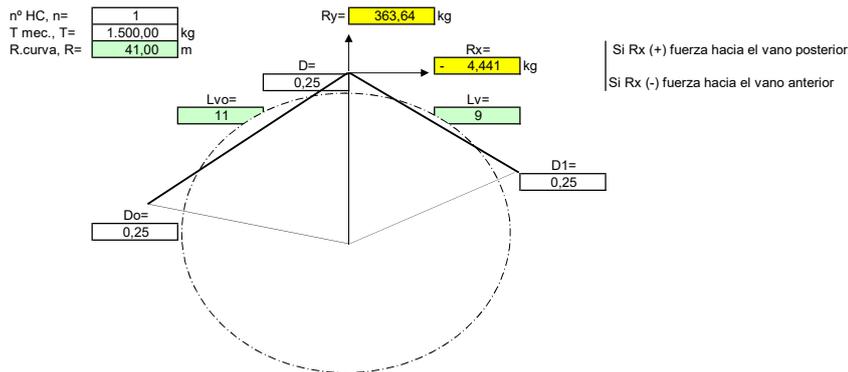
Perfil: 1 En curva, siempre que los vanos anterior y posterior al perfil a calcular sean iguales el $R_x = 0$



Poste 37
 Cat. 2
 Vía derecha

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en CURVA

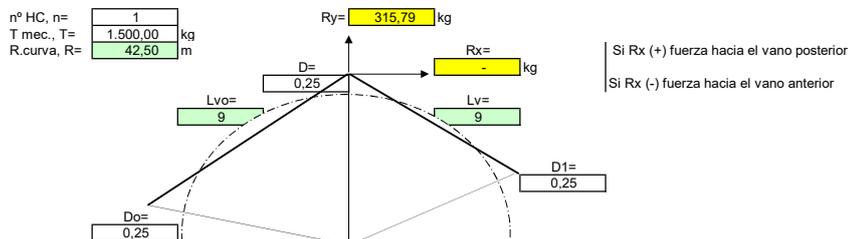
Perfil: 1 En curva, siempre que los vanos anterior y posterior al perfil a calcular sean iguales el $R_x = 0$

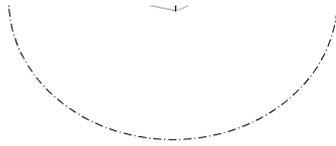


Poste 38
 Cat. 1
 Vía izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en CURVA

Perfil: 1 En curva, siempre que los vanos anterior y posterior al perfil a calcular sean iguales el $R_x = 0$



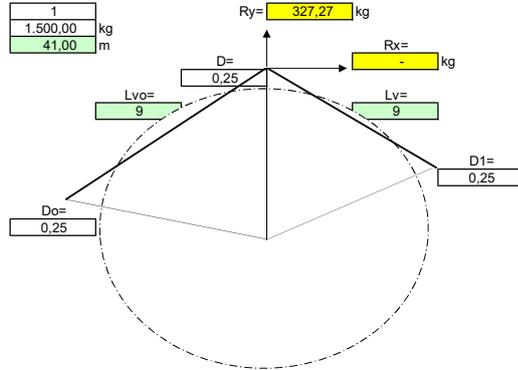


Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en CURVA

Poste 38
Cat. 2
Vía derecha

Perfil: 1 En curva, siempre que los vanos anterior y posterior al perfil a calcular sean iguales el $R_x = 0$

nº HC, n=	1
T mec., T=	1.500,00 kg
R.curva, R=	41,00 m



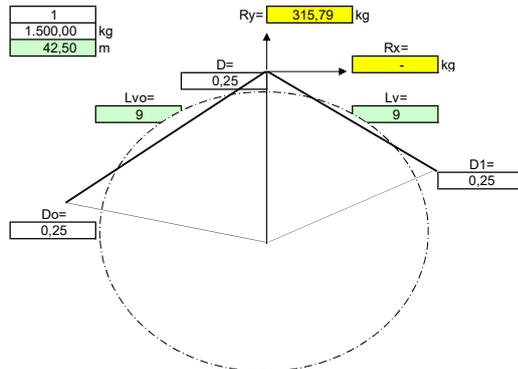
Si $R_x (+)$ fuerza hacia el vano posterior
Si $R_x (-)$ fuerza hacia el vano anterior

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en CURVA

Poste 39
Cat. 1
Vía izquierda

Perfil: 1 En curva, siempre que los vanos anterior y posterior al perfil a calcular sean iguales el $R_x = 0$

nº HC, n=	1
T mec., T=	1.500,00 kg
R.curva, R=	42,50 m



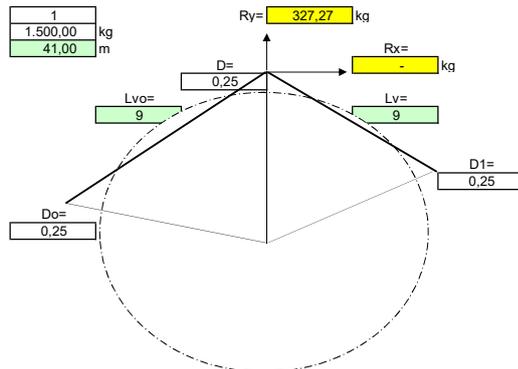
Si $R_x (+)$ fuerza hacia el vano posterior
Si $R_x (-)$ fuerza hacia el vano anterior

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en CURVA

Poste 39
Cat. 2
Vía derecha

Perfil: 1 En curva, siempre que los vanos anterior y posterior al perfil a calcular sean iguales el $R_x = 0$

nº HC, n=	1
T mec., T=	1.500,00 kg
R.curva, R=	41,00 m



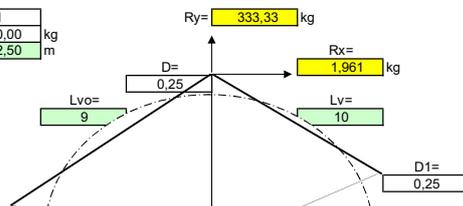
Si $R_x (+)$ fuerza hacia el vano posterior
Si $R_x (-)$ fuerza hacia el vano anterior

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en CURVA

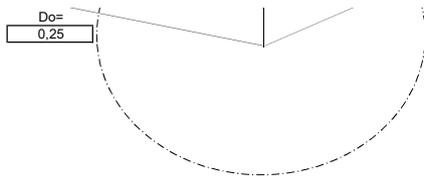
Poste 40
Cat. 1
Vía izquierda

Perfil: 1 En curva, siempre que los vanos anterior y posterior al perfil a calcular sean iguales el $R_x = 0$

nº HC, n=	1
T mec., T=	1.500,00 kg
R.curva, R=	42,50 m



Si $R_x (+)$ fuerza hacia el vano posterior
Si $R_x (-)$ fuerza hacia el vano anterior

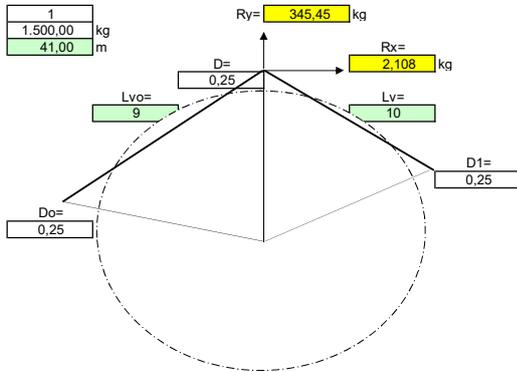


Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en CURVA

Poste 40
Cat. 2
Vía derecha

Perfil: 1 En curva, siempre que los vanos anterior y posterior al perfil a calcular sean iguales el $R_x = 0$

nº HC, n=	1
T mec., T=	1.500,00 kg
R.curva, R=	41,00 m



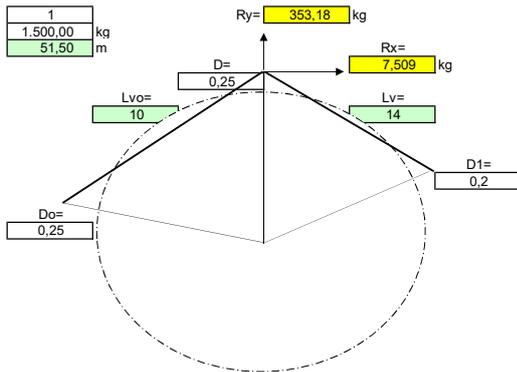
Si $R_x (+)$ fuerza hacia el vano posterior
Si $R_x (-)$ fuerza hacia el vano anterior

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en CURVA

Poste 41
Cat. 1
Vía izquierda

Perfil: 1 En curva, siempre que los vanos anterior y posterior al perfil a calcular sean iguales el $R_x = 0$

nº HC, n=	1
T mec., T=	1.500,00 kg
R.curva, R=	51,50 m



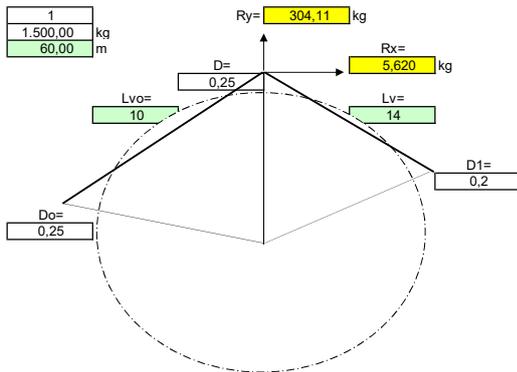
Si $R_x (+)$ fuerza hacia el vano posterior
Si $R_x (-)$ fuerza hacia el vano anterior

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en CURVA

Poste 41
Cat. 2
Vía derecha

Perfil: 1 En curva, siempre que los vanos anterior y posterior al perfil a calcular sean iguales el $R_x = 0$

nº HC, n=	1
T mec., T=	1.500,00 kg
R.curva, R=	60,00 m



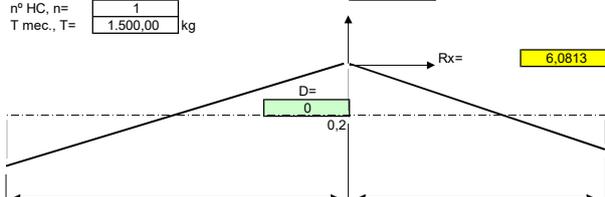
Si $R_x (+)$ fuerza hacia el vano posterior
Si $R_x (-)$ fuerza hacia el vano anterior

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

Poste 42
Cat. 1
Vía izquierda

nº HC, n=	1
T mec., T=	1.500,00 kg

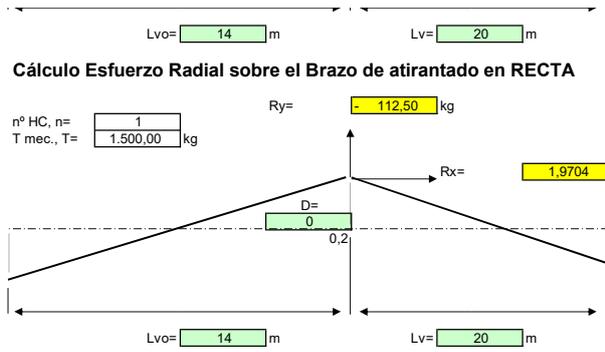
$R_y = -168,21$ kg



Si $R_x (+)$ fuerza hacia el vano posterior
Si $R_x (-)$ fuerza hacia el vano anterior

$D_1 = -0,4$

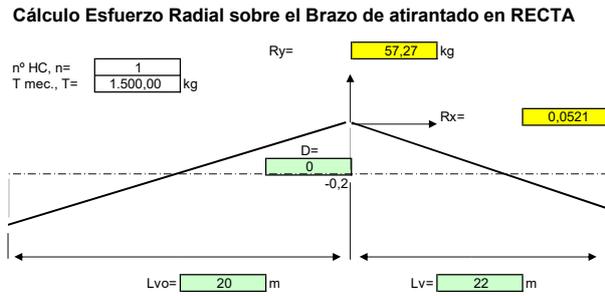
Poste 42
Cat. 2
Via derecha



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

$D_1 = -0,4$
-0,2

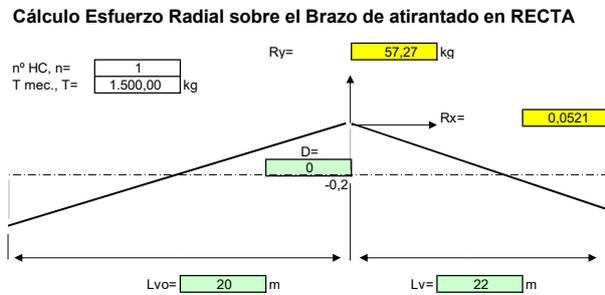
Poste 43
Cat. 1
Via izquierda



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

$D_1 = 0,4$
0,2

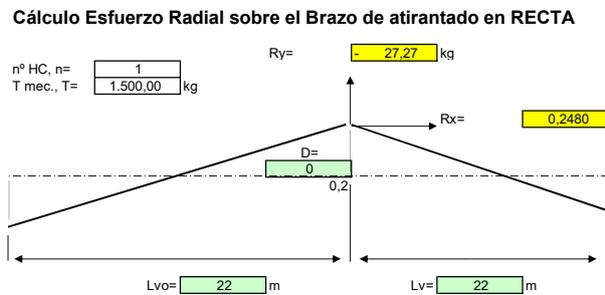
Poste 43
Cat. 2
Via derecha



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

$D_1 = 0,4$
0,2

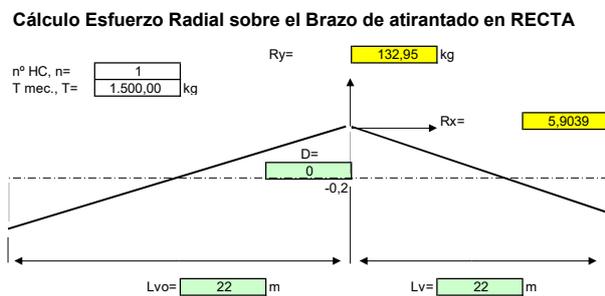
Poste 44
Cat. 1
Via izquierda



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

$D_1 = 0$
0,2

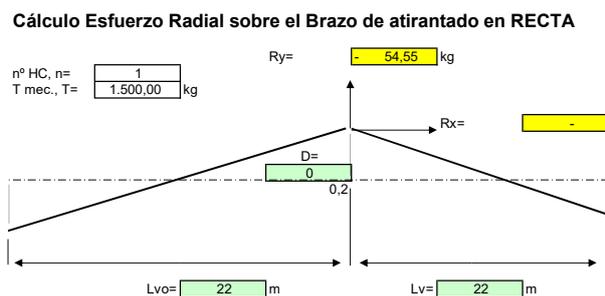
Poste 44
Cat. 2
Via izquierda



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

$D_1 = 0$
-0,2

Poste 44
Cat. 2
Via derecha



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

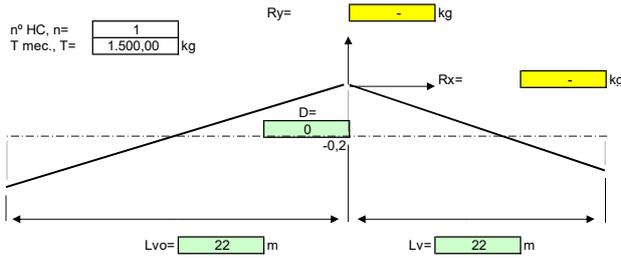
$D_1 = -0,4$
-0,2

Poste 45
Cat. 1
Vía izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

nº HC, n=
T mec., T= kg

Do=
-0,2



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

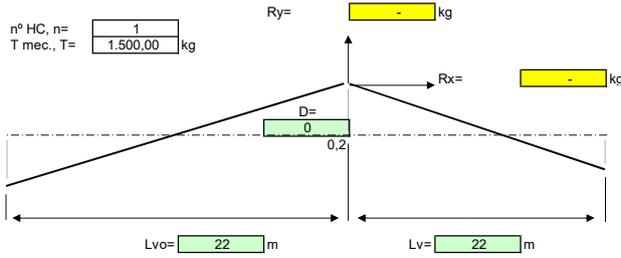
D1=
-0,2

Poste 45
Cat. 2
Vía izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

nº HC, n=
T mec., T= kg

Do=
0,2



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

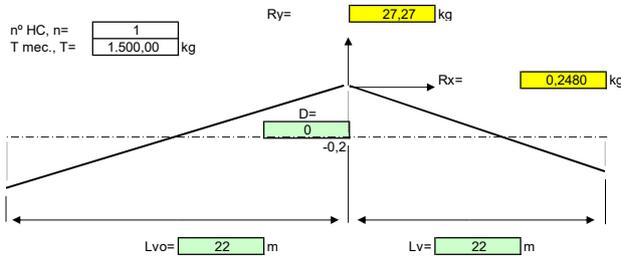
D1=
0,2

Poste 45
Cat. 3
Vía derecha

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

nº HC, n=
T mec., T= kg

Do=
0,2



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

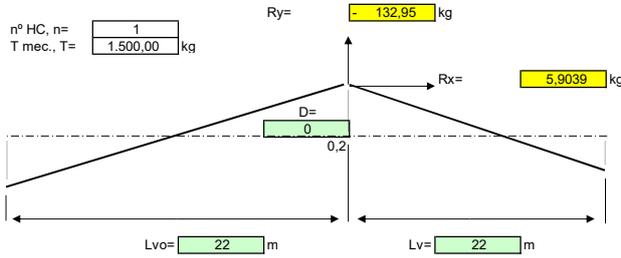
D1=
-0,2

Poste 45
Cat. 4
Vía derecha

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

nº HC, n=
T mec., T= kg

Do=
-1,75



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

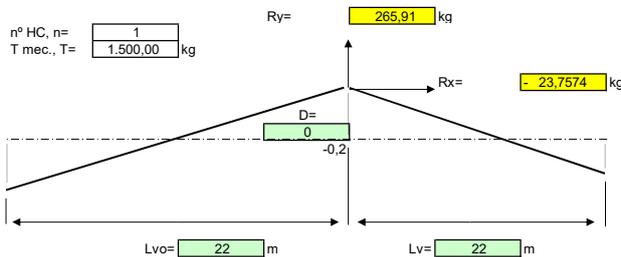
D1=
0,2

Poste 46
Cat. 1
Vía izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

nº HC, n=
T mec., T= kg

Do=
-0,2



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

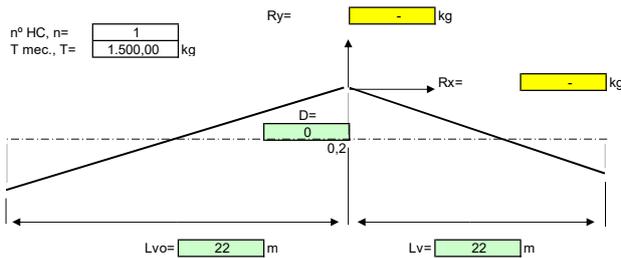
D1=
0,2

Poste 46
Cat. 2
Vía izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

nº HC, n=
T mec., T= kg

Do=
0,2



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1=
0,2

Poste 46
Cat. 3

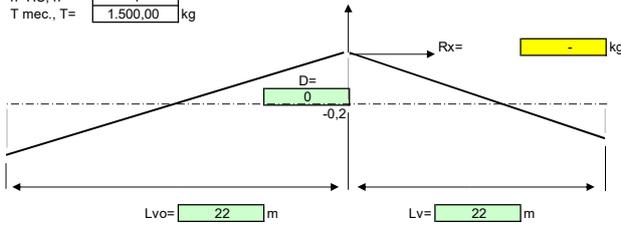
Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

Ry= kg

Via derecha

n° HC, n= 1
T mec., T= 1.500,00 kg

Do= 0
-0,2



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

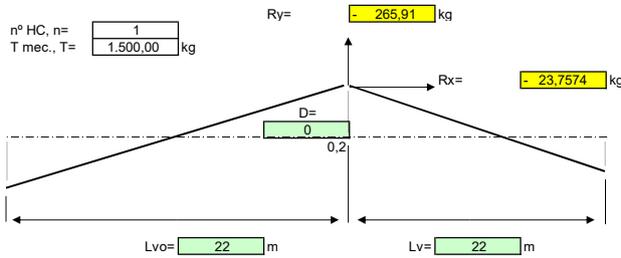
D1= 0
-0,2

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

Poste 46
Cat. 4
Via derecha

n° HC, n= 1
T mec., T= 1.500,00 kg

Do= 0
0,2



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

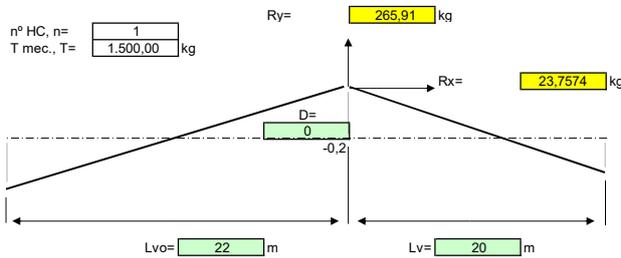
D1= -3,9
-0,2

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

Poste 47
Cat. 1
Via izquierda

n° HC, n= 1
T mec., T= 1.500,00 kg

Do= 3,9
0,2



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

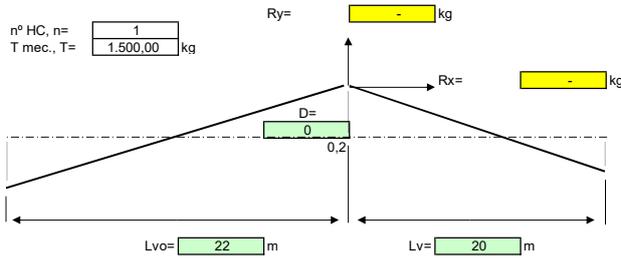
D1= 0
-0,2

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

Poste 47
Cat. 2
Via izquierda

n° HC, n= 1
T mec., T= 1.500,00 kg

Do= 0
0,2



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

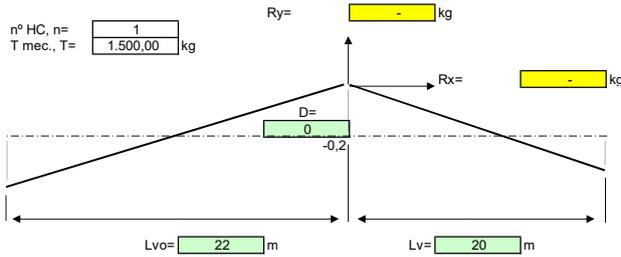
D1= 0
0,2

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

Poste 47
Cat. 3
Via derecha

n° HC, n= 1
T mec., T= 1.500,00 kg

Do= 0
-0,2



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

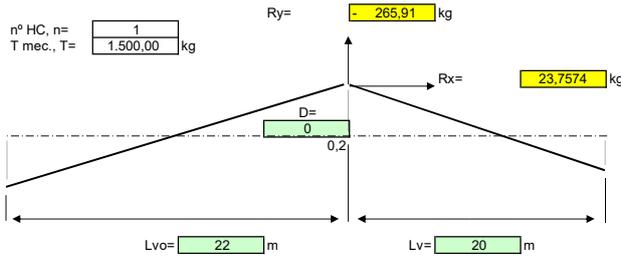
D1= 0
-0,2

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

Poste 47
Cat. 4
Via derecha

n° HC, n= 1
T mec., T= 1.500,00 kg

Do= -3,9
-0,2



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1= 0
0,2

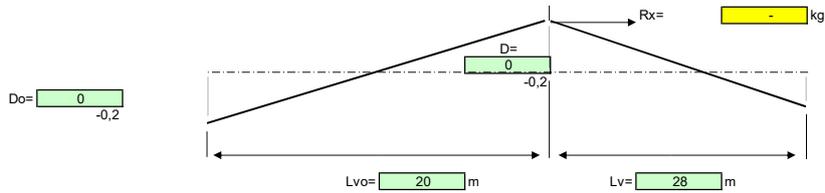
Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

Poste 48
Cat. 1
Via izquierda

n° HC, n= 1
T mec., T= 1.500,00 kg

Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior



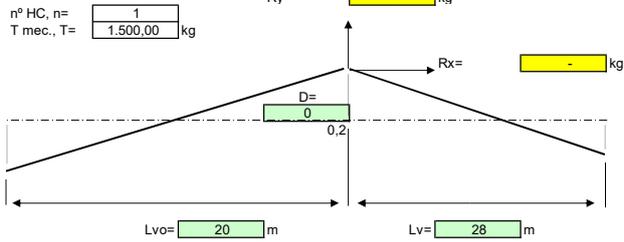


Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1= 0
-0,2

Poste 48
Cat. 2
Via izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA



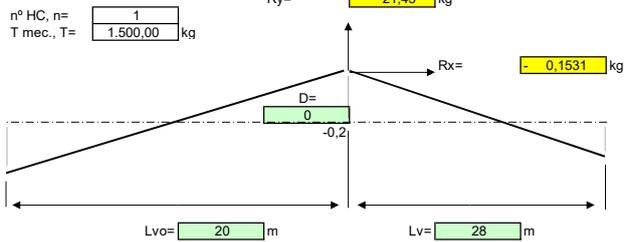
Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior

Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1= 0
0,2

Poste 48
Cat. 3
Via derecha

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA



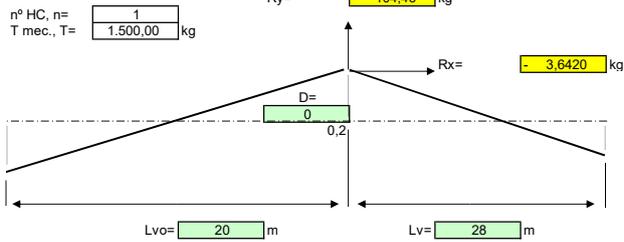
Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior

Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1= 0,4
0,2

Poste 48
Cat. 4
Via derecha

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA



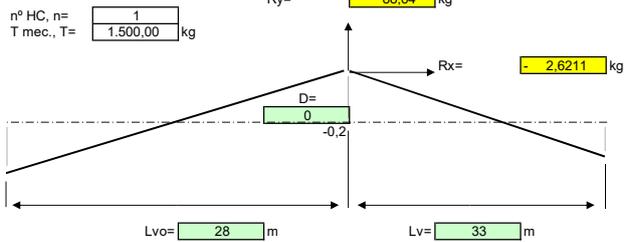
Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior

Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1= -1,95
-1,75

Poste 49
Cat. 1
Via izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA



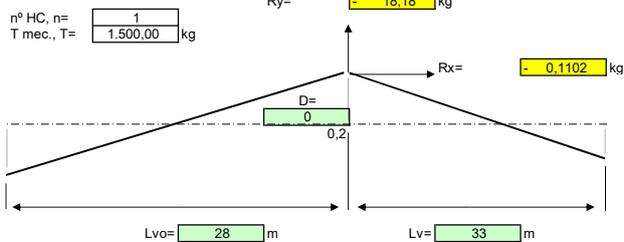
Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior

Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1= 1,95
1,75

Poste 49
Cat. 2
Via izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA



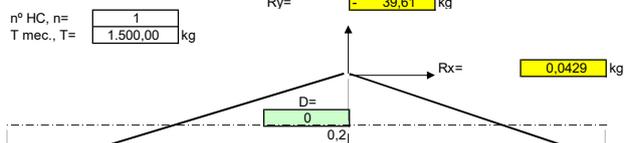
Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior

Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1= -0,4
-0,2

Poste 49
Cat. 3
Via derecha

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

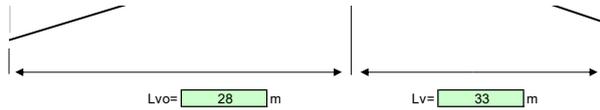


Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior

Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

n1= -0,4

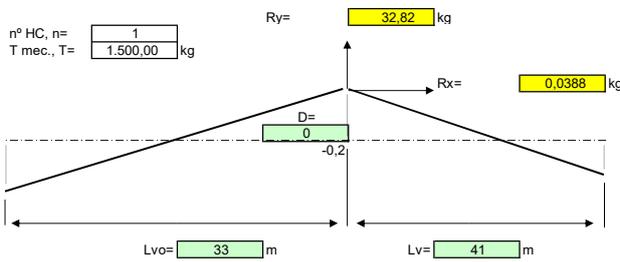
Do= -0,4
-0,2



Do= -0,4
-0,2

Poste 50
Cat. 1
Via izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA



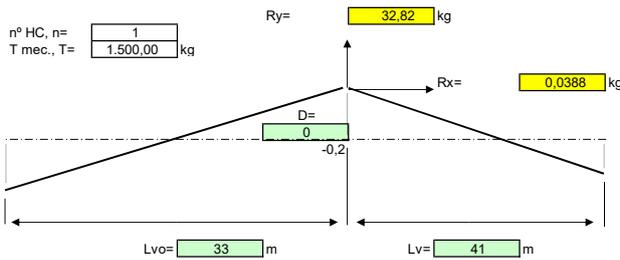
Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

Do= 0,4
0,2

D1= 0,4
0,2

Poste 50
Cat. 2
Via derecha

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA



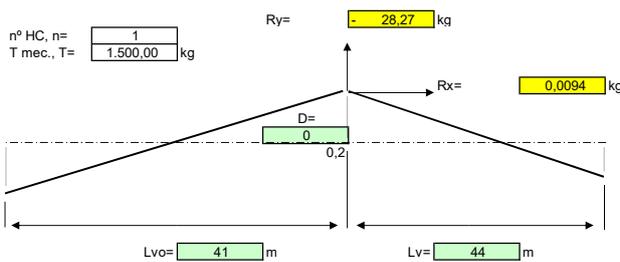
Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

Do= 0,4
0,2

D1= 0,4
0,2

Poste 51
Cat. 1
Via izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA



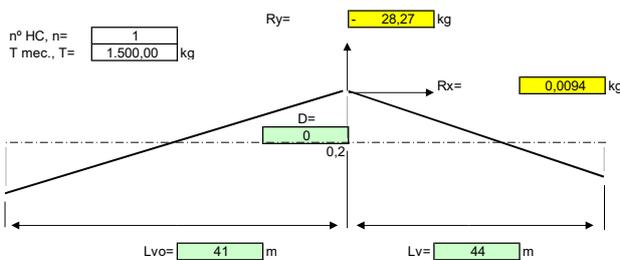
Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

Do= -0,4
-0,2

D1= -0,4
-0,2

Poste 51
Cat. 2
Via derecha

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA



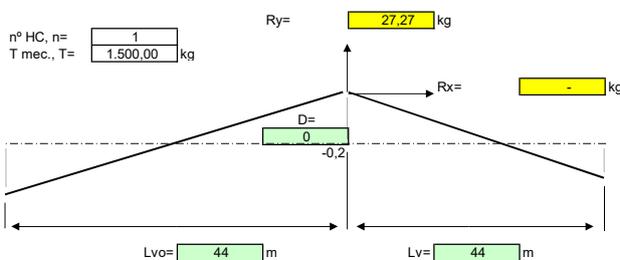
Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

Do= -0,4
-0,2

D1= -0,4
-0,2

Poste 52
Cat. 1
Via izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA



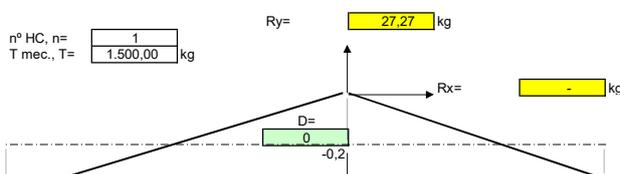
Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

Do= 0,4
0,2

D1= 0,4
0,2

Poste 52
Cat. 2
Via derecha

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

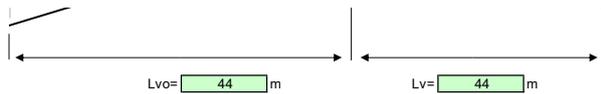


Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

Do= 0,4

D1= 0,4

0,2



0,2

Poste 53
Cat. 1
Via izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

nº HC, n=
T mec., T= kg

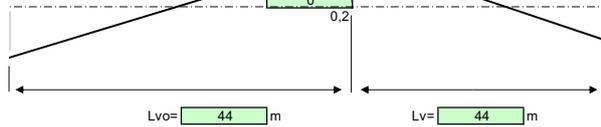
Ry= kg

Rx= kg

D=

0,2

Do=
-0,2



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1=
-0,2

Poste 53
Cat. 2
Via derecha

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

nº HC, n=
T mec., T= kg

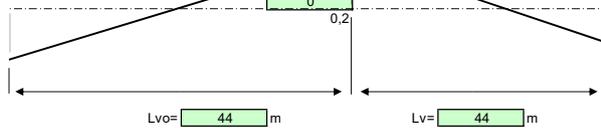
Ry= kg

Rx= kg

D=

0,2

Do=
-0,2



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1=
-0,2

Poste 54
Cat. 1
Via izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

nº HC, n=
T mec., T= kg

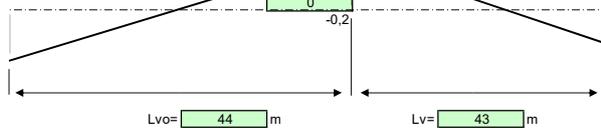
Ry= kg

Rx= kg

D=

-0,2

Do=
0,2



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1=
0,2

Poste 54
Cat. 2
Via derecha

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

nº HC, n=
T mec., T= kg

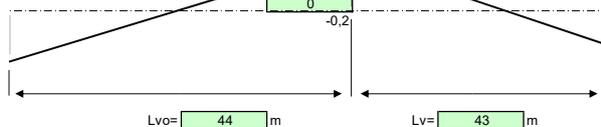
Ry= kg

Rx= kg

D=

-0,2

Do=
0,2



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1=
0,2

Poste 55
Cat. 1
Via izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

nº HC, n=
T mec., T= kg

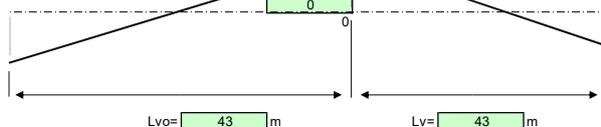
Ry= kg

Rx= kg

D=

0

Do=
-0,2



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1=
-0,2

Poste 55
Cat. 2
Via izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

nº HC, n=
T mec., T= kg

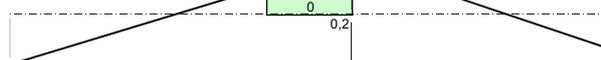
Ry= kg

Rx= kg

D=

0,2

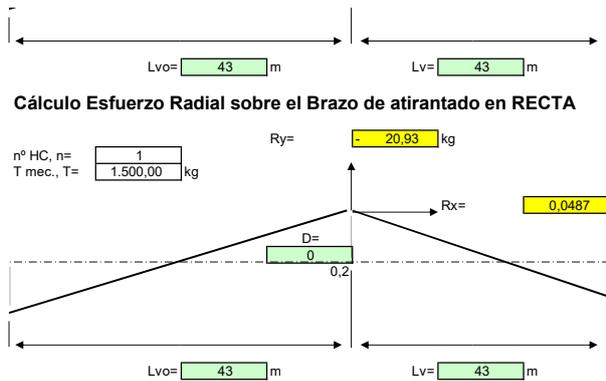
Do=
1,75



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1=
0

Poste 55
Cat. 3
Via derecha

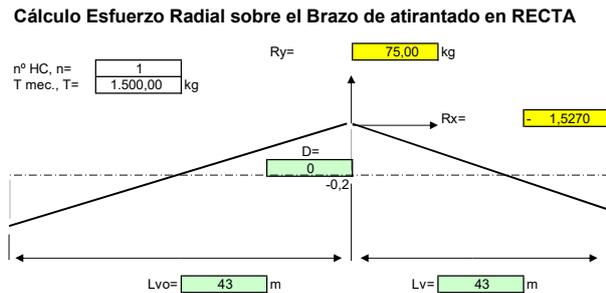


Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1=

-0,2
0

Poste 56
Cat. 1
Via izquierda

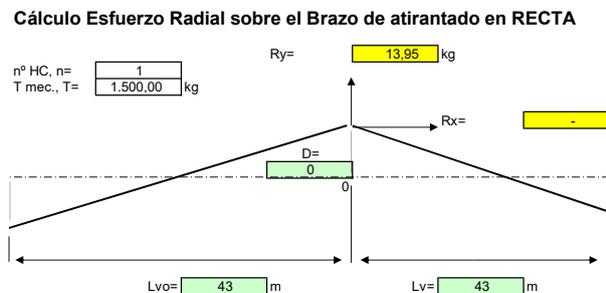


Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1=

1,95
1,75

Poste 56
Cat. 2
Via izquierda

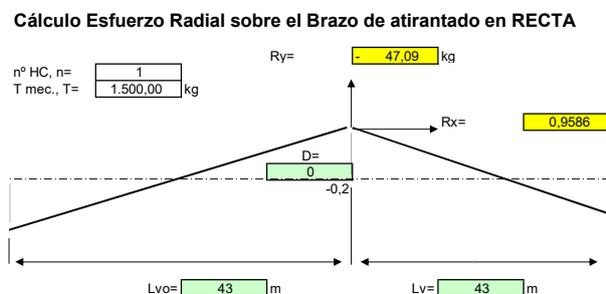


Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1=

0,2
0,2

Poste 56
Cat. 3
Via derecha

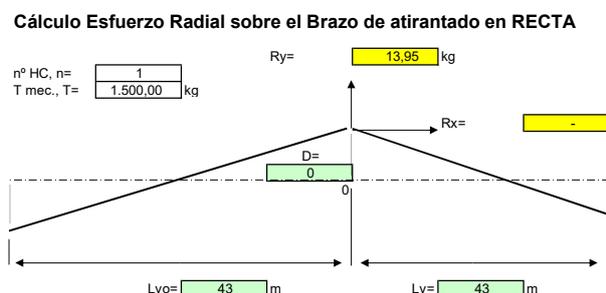


Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1=

0,2
0

Poste 56
Cat. 4
Via derecha

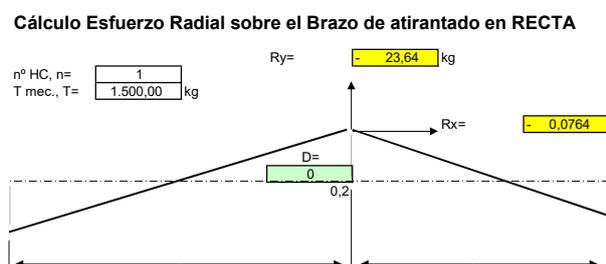


Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1=

0,2
0,2

Poste 57
Cat. 1
Via izquierda

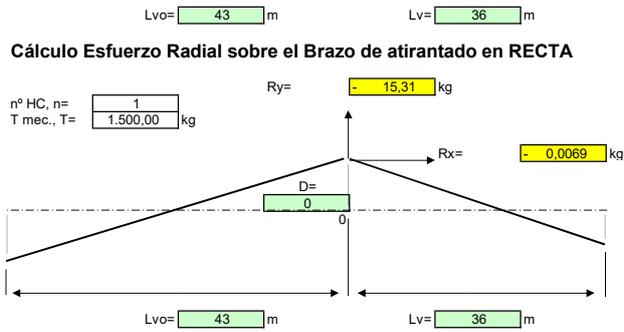


Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1=

-0,4
-0,2

Poste 57
Cat. 2
Via derecha

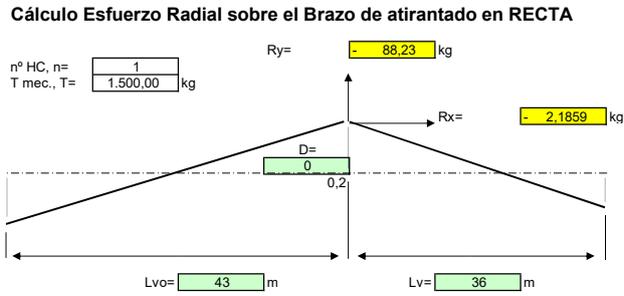


Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1= -0,2
-0,2

Do= -0,2
-0,2

Poste 57
Cat. 3
Via derecha

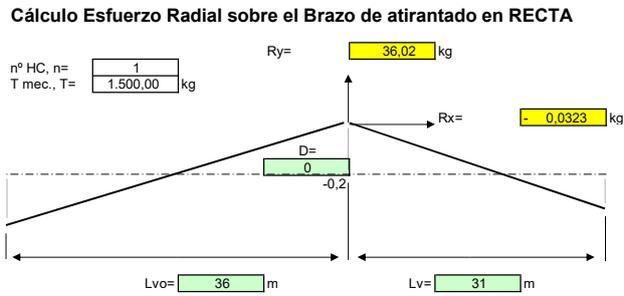


Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1= -1,95
-1,75

Do= -0,2
0

Poste 58
Cat. 1
Via izquierda

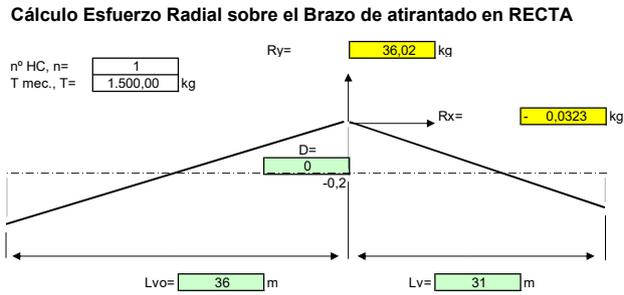


Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1= 0,4
0,2

Do= 0,4
0,2

Poste 58
Cat. 2
Via derecha

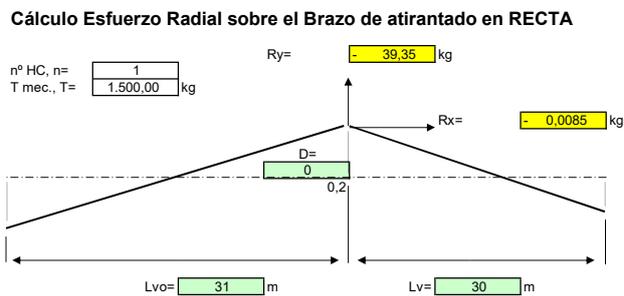


Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1= 0,4
0,2

Do= 0,4
0,2

Poste 59
Cat. 1
Via izquierda

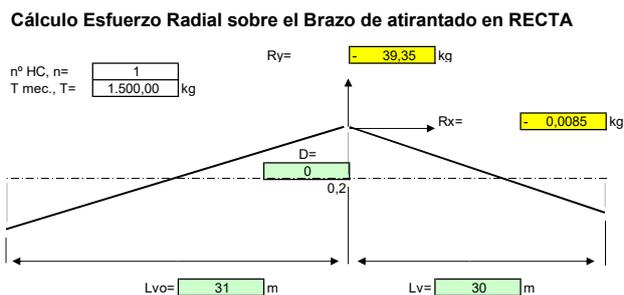


Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1= -0,4
-0,2

Do= -0,4
-0,2

Poste 59
Cat. 2
Via derecha



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1= -0,4
-0,2

Do= -0,4
-0,2

Poste 60
Cat. 1
Via izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

nº HC, n=
T mec., T= kg

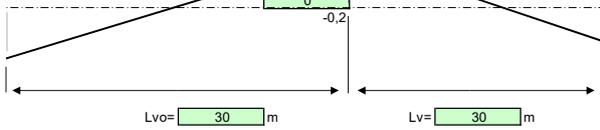
Ry= kg

Rx= kg

D=

-0,2

Do=
0,2



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1=
0,2

Poste 60
Cat. 2
Via derecha

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

nº HC, n=
T mec., T= kg

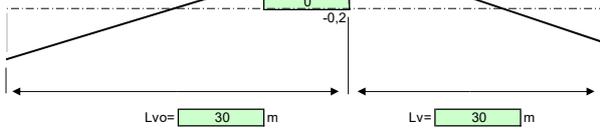
Ry= kg

Rx= kg

D=

-0,2

Do=
0,2



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1=
0,2

Poste 61
Cat. 1
Via izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

nº HC, n=
T mec., T= kg

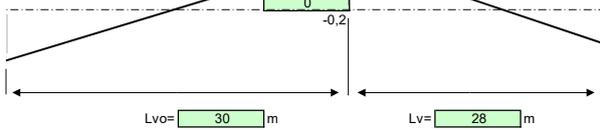
Ry= kg

Rx= kg

D=

-0,2

Do=
0,2



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1=
0,2

Poste 61
Cat. 2
Via derecha

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

nº HC, n=
T mec., T= kg

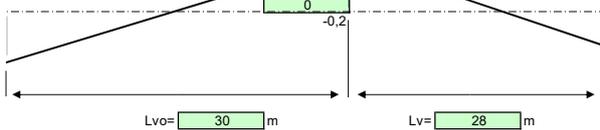
Ry= kg

Rx= kg

D=

-0,2

Do=
0,2



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1=
0,2

Poste 62
Cat. 1
Via izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

nº HC, n=
T mec., T= kg

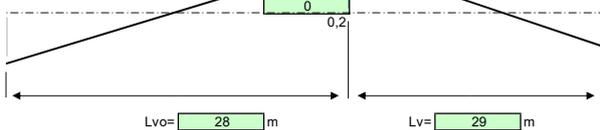
Ry= kg

Rx= kg

D=

0,2

Do=
-0,2



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1=
0,04
-0,2

Poste 62
Cat. 2
Via derecha

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

nº HC, n=
T mec., T= kg

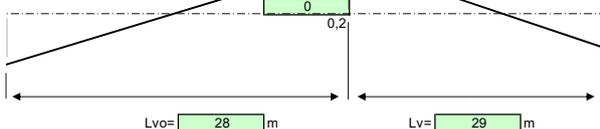
Ry= kg

Rx= kg

D=

0,2

Do=
-0,2



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

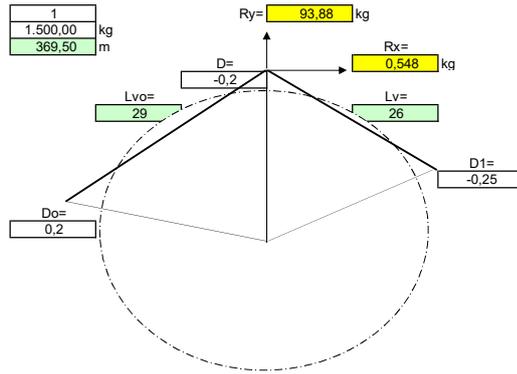
D1=
0,07
-0,2

Poste 63
 Cat. 1
 Vía izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en CURVA

Perfil: 1 En curva, siempre que los vanos anterior y posterior al perfil a calcular sean iguales el $R_x = 0$

nº HC, n=	1
T mec., T=	1.500,00 kg
R.curva, R=	369,50 m



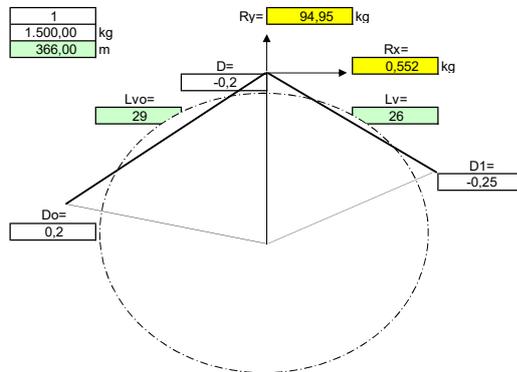
Si $R_x (+)$ fuerza hacia el vano posterior
 Si $R_x (-)$ fuerza hacia el vano anterior

Poste 63
 Cat. 2
 Vía derecha

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en CURVA

Perfil: 1 En curva, siempre que los vanos anterior y posterior al perfil a calcular sean iguales el $R_x = 0$

nº HC, n=	1
T mec., T=	1.500,00 kg
R.curva, R=	366,00 m



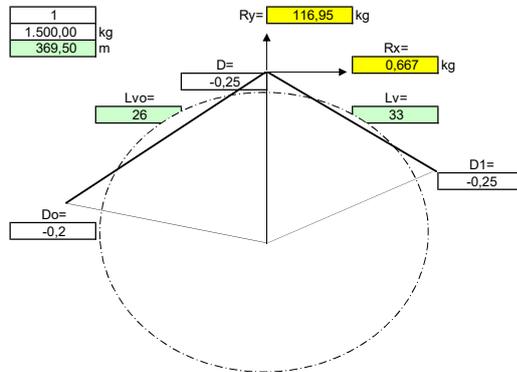
Si $R_x (+)$ fuerza hacia el vano posterior
 Si $R_x (-)$ fuerza hacia el vano anterior

Poste 64
 Cat. 1
 Vía izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en CURVA

Perfil: 1 En curva, siempre que los vanos anterior y posterior al perfil a calcular sean iguales el $R_x = 0$

nº HC, n=	1
T mec., T=	1.500,00 kg
R.curva, R=	369,50 m



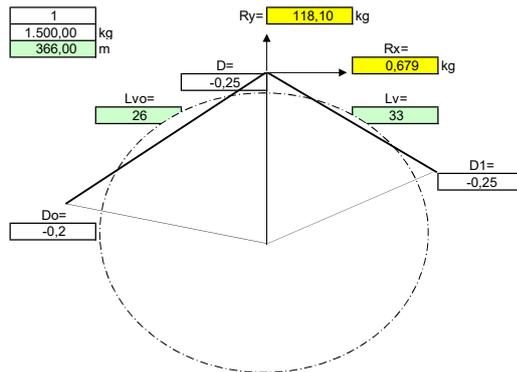
Si $R_x (+)$ fuerza hacia el vano posterior
 Si $R_x (-)$ fuerza hacia el vano anterior

Poste 64
 Cat. 2
 Vía derecha

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en CURVA

Perfil: 1 En curva, siempre que los vanos anterior y posterior al perfil a calcular sean iguales el $R_x = 0$

nº HC, n=	1
T mec., T=	1.500,00 kg
R.curva, R=	366,00 m



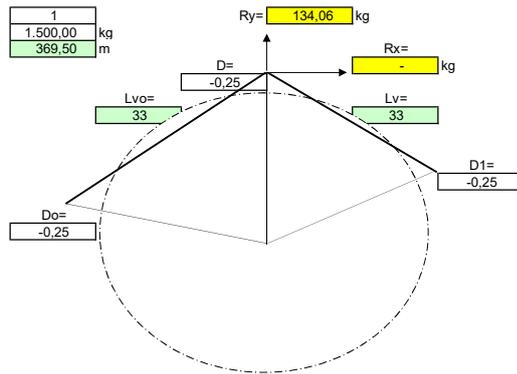
Si $R_x (+)$ fuerza hacia el vano posterior
 Si $R_x (-)$ fuerza hacia el vano anterior

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en CURVA

Poste 65
Cat. 1
Via izquierda

Perfil: 1 En curva, siempre que los vanos anterior y posterior al perfil a calcular sean iguales el $R_x = 0$

nº HC, n=	1
T mec., T=	1.500,00 kg
R.curva, R=	369,50 m



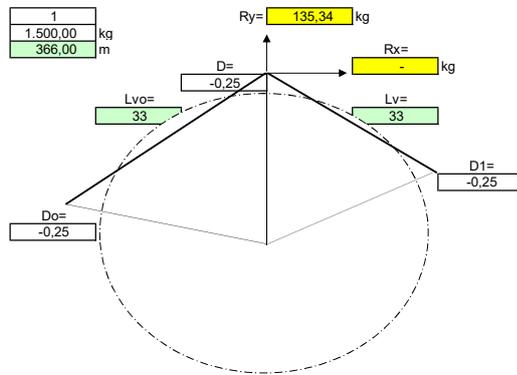
Si $R_x (+)$ fuerza hacia el vano posterior
Si $R_x (-)$ fuerza hacia el vano anterior

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en CURVA

Poste 65
Cat. 2
Via derecha

Perfil: 1 En curva, siempre que los vanos anterior y posterior al perfil a calcular sean iguales el $R_x = 0$

nº HC, n=	1
T mec., T=	1.500,00 kg
R.curva, R=	366,00 m



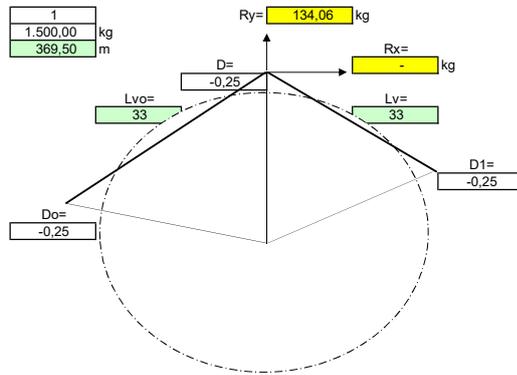
Si $R_x (+)$ fuerza hacia el vano posterior
Si $R_x (-)$ fuerza hacia el vano anterior

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en CURVA

Poste 66
Cat. 1
Via izquierda

Perfil: 1 En curva, siempre que los vanos anterior y posterior al perfil a calcular sean iguales el $R_x = 0$

nº HC, n=	1
T mec., T=	1.500,00 kg
R.curva, R=	369,50 m



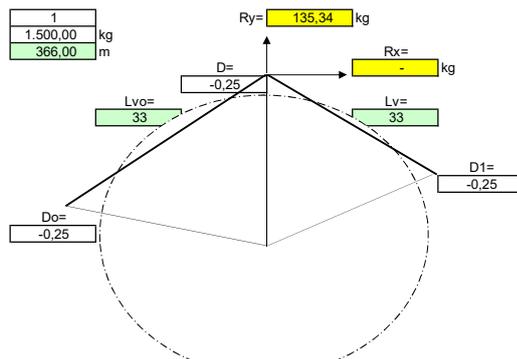
Si $R_x (+)$ fuerza hacia el vano posterior
Si $R_x (-)$ fuerza hacia el vano anterior

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en CURVA

Poste 66
Cat. 2
Via derecha

Perfil: 1 En curva, siempre que los vanos anterior y posterior al perfil a calcular sean iguales el $R_x = 0$

nº HC, n=	1
T mec., T=	1.500,00 kg
R.curva, R=	366,00 m



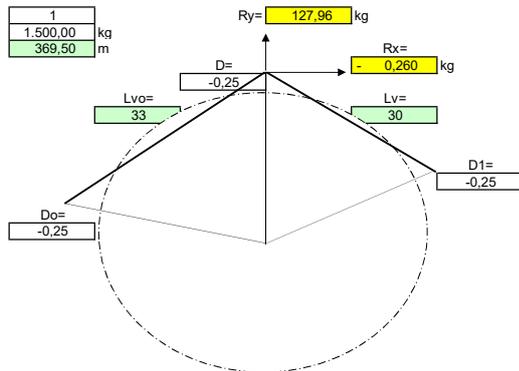
Si $R_x (+)$ fuerza hacia el vano posterior
Si $R_x (-)$ fuerza hacia el vano anterior

Poste 67
Cat. 1
Via izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en CURVA

Perfil: 1 En curva, siempre que los vanos anterior y posterior al perfil a calcular sean iguales el $R_x = 0$

nº HC, n= 1
T mec., T= 1.500,00 kg
R.curva, R= 369,50 m



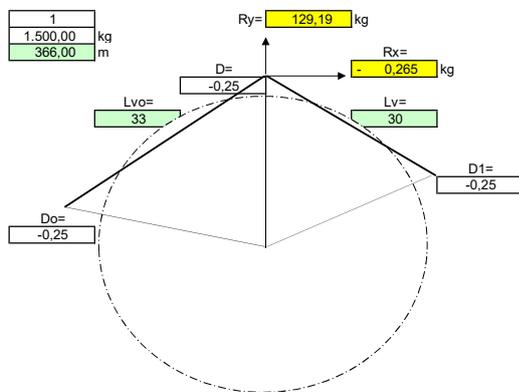
Si $R_x (+)$ fuerza hacia el vano posterior
Si $R_x (-)$ fuerza hacia el vano anterior

Poste 67
Cat. 2
Via derecha

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en CURVA

Perfil: 1 En curva, siempre que los vanos anterior y posterior al perfil a calcular sean iguales el $R_x = 0$

nº HC, n= 1
T mec., T= 1.500,00 kg
R.curva, R= 366,00 m



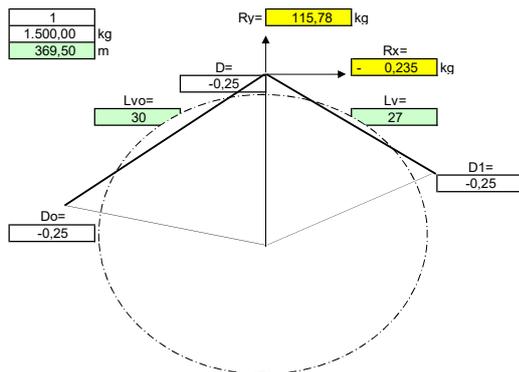
Si $R_x (+)$ fuerza hacia el vano posterior
Si $R_x (-)$ fuerza hacia el vano anterior

Poste 68
Cat. 1
Via izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en CURVA

Perfil: 1 En curva, siempre que los vanos anterior y posterior al perfil a calcular sean iguales el $R_x = 0$

nº HC, n= 1
T mec., T= 1.500,00 kg
R.curva, R= 369,50 m



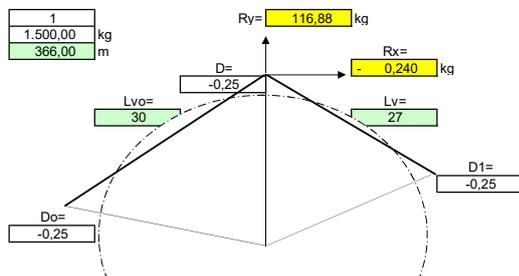
Si $R_x (+)$ fuerza hacia el vano posterior
Si $R_x (-)$ fuerza hacia el vano anterior

Poste 68
Cat. 2
Via derecha

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en CURVA

Perfil: 1 En curva, siempre que los vanos anterior y posterior al perfil a calcular sean iguales el $R_x = 0$

nº HC, n= 1
T mec., T= 1.500,00 kg
R.curva, R= 366,00 m



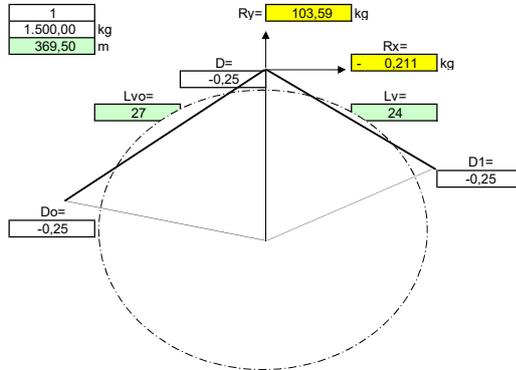
Si $R_x (+)$ fuerza hacia el vano posterior
Si $R_x (-)$ fuerza hacia el vano anterior

Poste 69
Cat. 1
Vía izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en CURVA

Perfil: 1 En curva, siempre que los vanos anterior y posterior al perfil a calcular sean iguales el $R_x = 0$

nº HC, n= 1
T mec., T= 1.500,00 kg
R.curva, R= 369,50 m



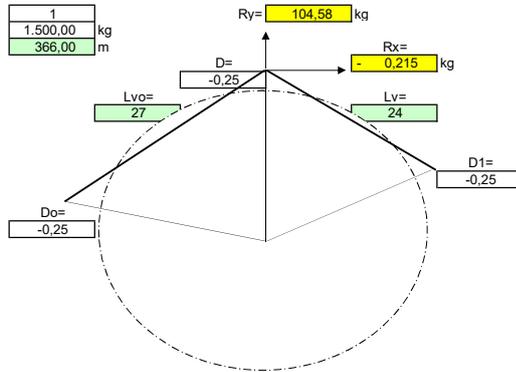
Si R_x (+) fuerza hacia el vano posterior
Si R_x (-) fuerza hacia el vano anterior

Poste 69
Cat. 2
Vía derecha

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en CURVA

Perfil: 1 En curva, siempre que los vanos anterior y posterior al perfil a calcular sean iguales el $R_x = 0$

nº HC, n= 1
T mec., T= 1.500,00 kg
R.curva, R= 366,00 m



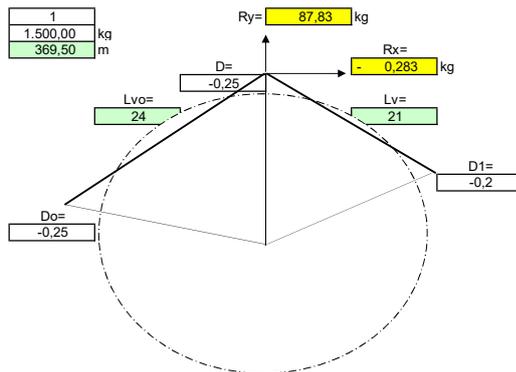
Si R_x (+) fuerza hacia el vano posterior
Si R_x (-) fuerza hacia el vano anterior

Poste 70
Cat. 1
Vía izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en CURVA

Perfil: 1 En curva, siempre que los vanos anterior y posterior al perfil a calcular sean iguales el $R_x = 0$

nº HC, n= 1
T mec., T= 1.500,00 kg
R.curva, R= 369,50 m



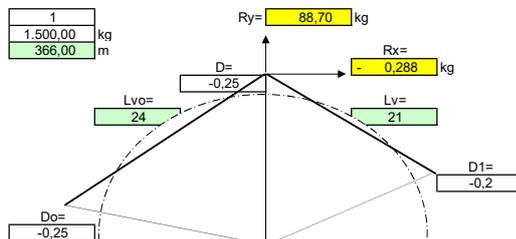
Si R_x (+) fuerza hacia el vano posterior
Si R_x (-) fuerza hacia el vano anterior

Poste 70
Cat. 2
Vía derecha

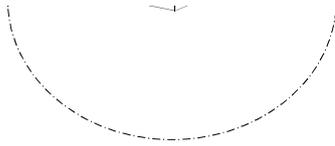
Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en CURVA

Perfil: 1 En curva, siempre que los vanos anterior y posterior al perfil a calcular sean iguales el $R_x = 0$

nº HC, n= 1
T mec., T= 1.500,00 kg
R.curva, R= 366,00 m

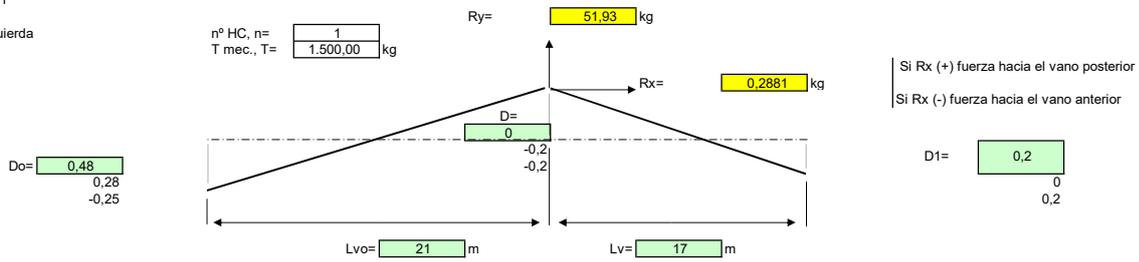


Si R_x (+) fuerza hacia el vano posterior
Si R_x (-) fuerza hacia el vano anterior



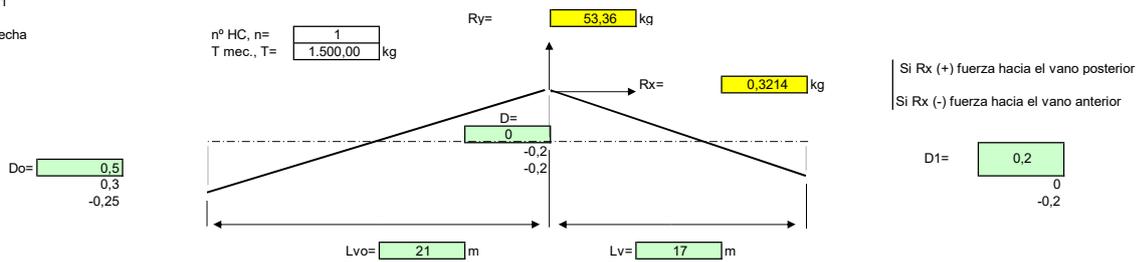
Poste 71
Cat. 1
Via izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA



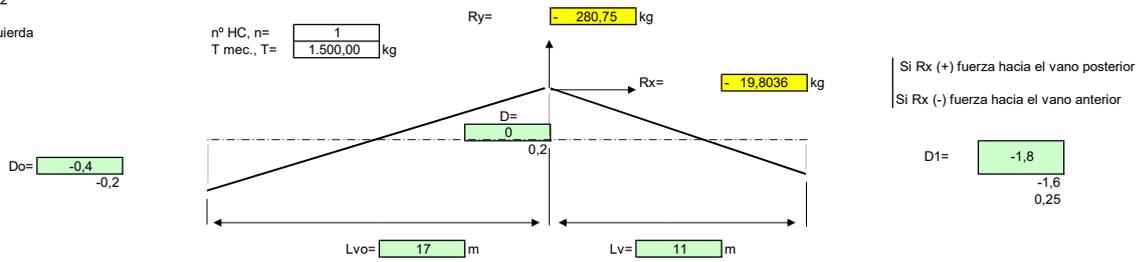
Poste 71
Cat. 2
Via derecha

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA



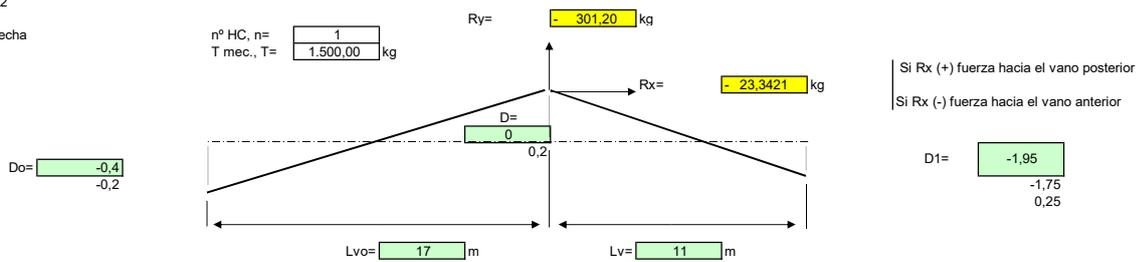
Poste 72
Cat. 1
Via izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA



Poste 72
Cat. 2
Via derecha

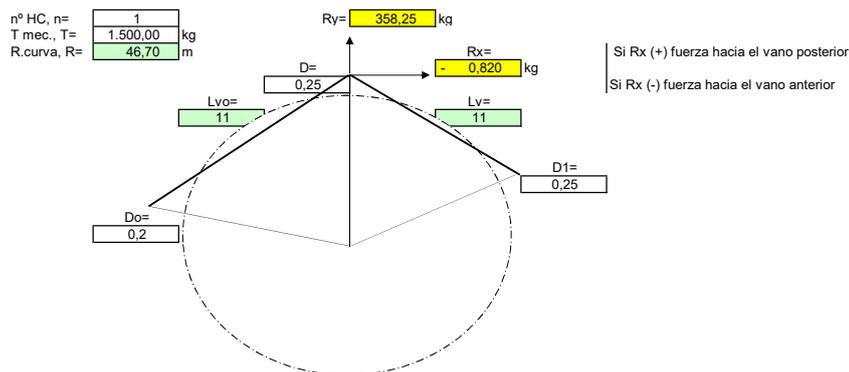
Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA



Poste 73
Cat. 1
Via izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en CURVA

Perfil: 1 En curva, siempre que los vanos anterior y posterior al perfil a calcular sean iguales el Rx = 0

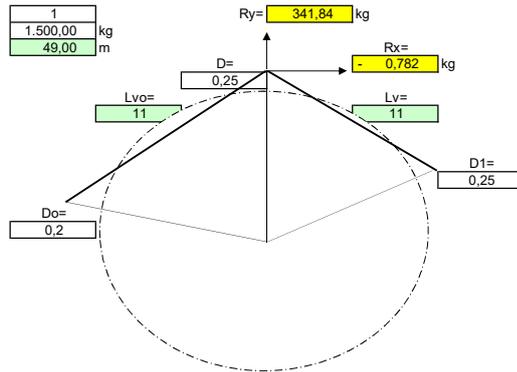


Poste 73
Cat. 2
Vía derecha

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en CURVA

Perfil: 1 En curva, siempre que los vanos anterior y posterior al perfil a calcular sean iguales el $R_x = 0$

nº HC, n= 1
T mec., T= 1.500,00 kg
R.curva, R= 49,00 m



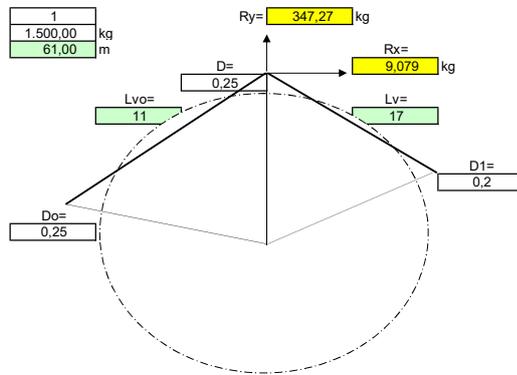
Si $R_x (+)$ fuerza hacia el vano posterior
Si $R_x (-)$ fuerza hacia el vano anterior

Poste 74
Cat. 1
Vía izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en CURVA

Perfil: 1 En curva, siempre que los vanos anterior y posterior al perfil a calcular sean iguales el $R_x = 0$

nº HC, n= 1
T mec., T= 1.500,00 kg
R.curva, R= 61,00 m



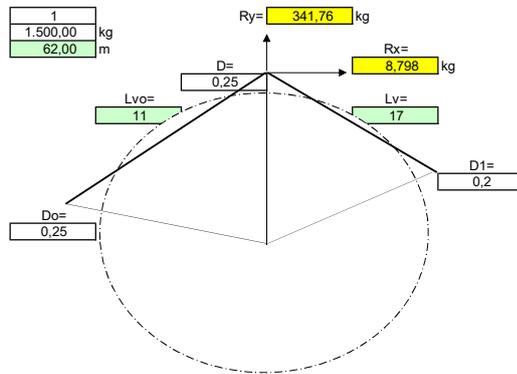
Si $R_x (+)$ fuerza hacia el vano posterior
Si $R_x (-)$ fuerza hacia el vano anterior

Poste 74
Cat. 2
Vía derecha

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en CURVA

Perfil: 1 En curva, siempre que los vanos anterior y posterior al perfil a calcular sean iguales el $R_x = 0$

nº HC, n= 1
T mec., T= 1.500,00 kg
R.curva, R= 62,00 m

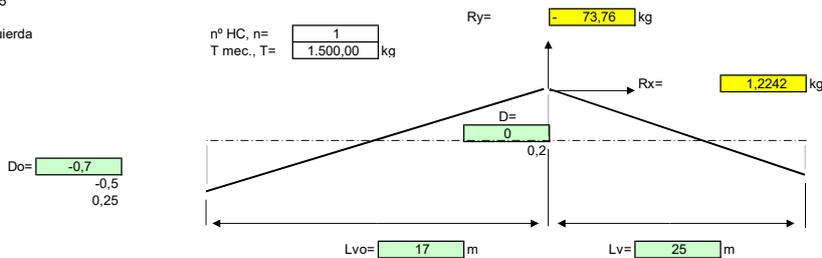


Si $R_x (+)$ fuerza hacia el vano posterior
Si $R_x (-)$ fuerza hacia el vano anterior

Poste 75
Cat. 1
Vía izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

nº HC, n= 1
T mec., T= 1.500,00 kg



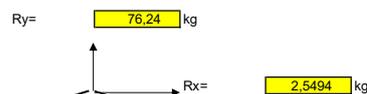
Si $R_x (+)$ fuerza hacia el vano posterior
Si $R_x (-)$ fuerza hacia el vano anterior

$D_1 = -0,2$
0

Poste 75
Cat. 2
Vía izquierda

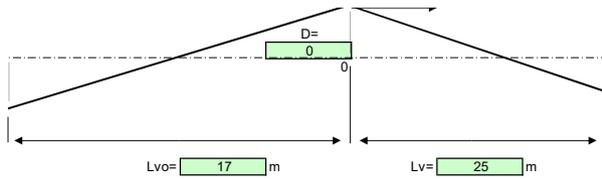
Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

nº HC, n= 1
T mec., T= 1.500,00 kg



Si $R_x (+)$ fuerza hacia el vano posterior

Do= /



Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1= /

Poste 75
Cat. 3
Via derecha

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

nº HC, n=
T mec., T= kg

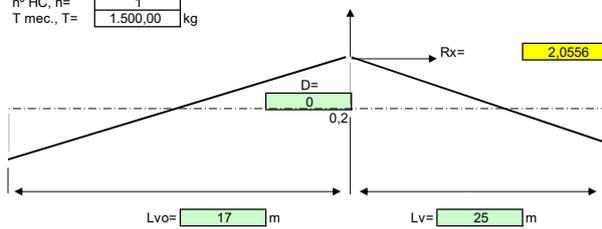
Ry= kg

Rx= kg

Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior

Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

Do= / /



D1= /

Poste 76
Cat. 1
Via izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

nº HC, n=
T mec., T= kg

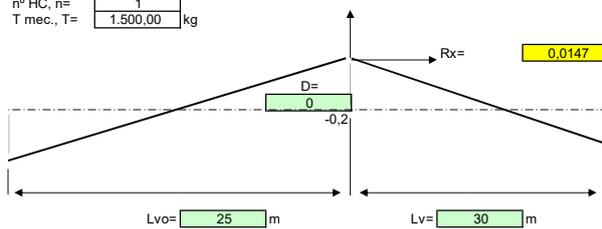
Ry= kg

Rx= kg

Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior

Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

Do= /



D1= /

Poste 76
Cat. 2
Via izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

nº HC, n=
T mec., T= kg

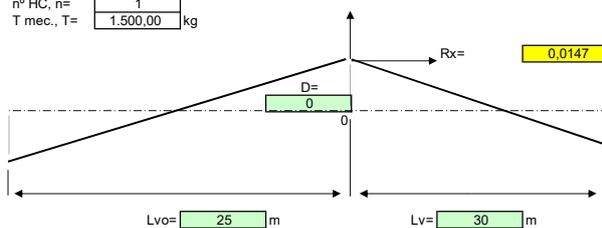
Ry= kg

Rx= kg

Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior

Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

Do= /



D1= /

Poste 76
Cat. 3
Via derecha

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

nº HC, n=
T mec., T= kg

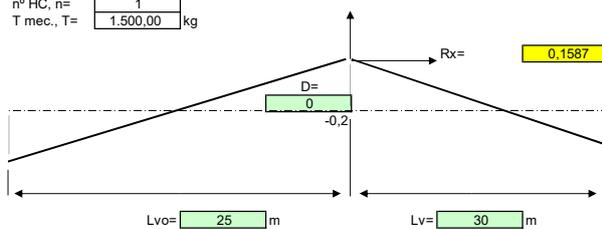
Ry= kg

Rx= kg

Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior

Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

Do= /



D1= /

Poste 76
Cat. 4
Via derecha

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

nº HC, n=
T mec., T= kg

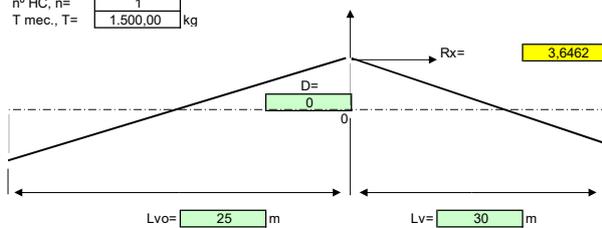
Ry= kg

Rx= kg

Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior

Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

Do= /



D1= /

Poste 77
Cat. 1
Via izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

nº HC, n=
T mec., T= kg

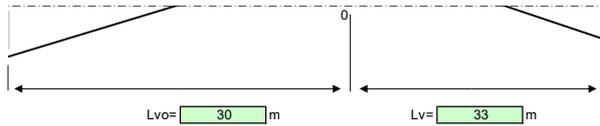
Ry= kg

Rx= kg

Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior

Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

Do=
 -0,2



D1=
 -0,2

Poste 77
Cat. 2
Via izquierda

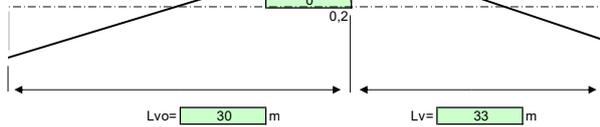
Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

nº HC, n=
 T mec., T= kg

Ry= kg

Rx= kg

D=
 0,2



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1=
 1,75

Do=
 0

Poste 77
Cat. 3
Via derecha

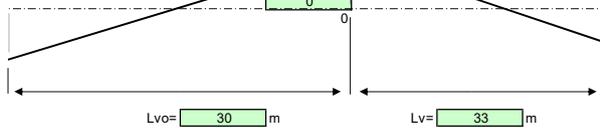
Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

nº HC, n=
 T mec., T= kg

Ry= kg

Rx= kg

D=
 0



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1=
 -0,2

Do=
 -0,2

Poste 77
Cat. 4
Via derecha

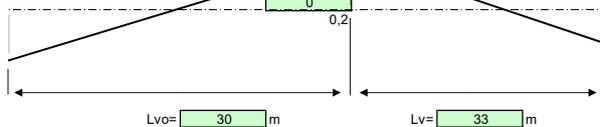
Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

nº HC, n=
 T mec., T= kg

Ry= kg

Rx= kg

D=
 0,2



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1=
 0

Do=
 0

Poste 78
Cat. 1
Via izquierda

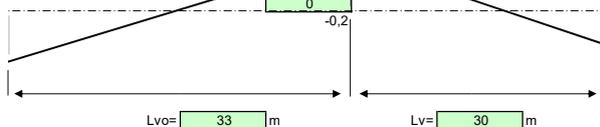
Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

nº HC, n=
 T mec., T= kg

Ry= kg

Rx= kg

D=
 -0,2



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1=
 0

Do=
 0

Poste 78
Cat. 2
Via derecha

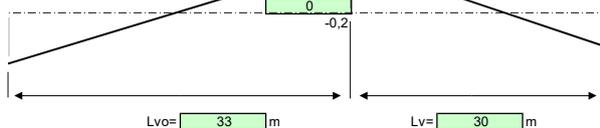
Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

nº HC, n=
 T mec., T= kg

Ry= kg

Rx= kg

D=
 -0,2



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1=
 -1,75

Do=
 0

Poste 78
Cat. 3
Via derecha

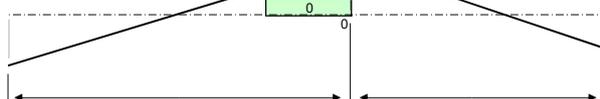
Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

nº HC, n=
 T mec., T= kg

Ry= kg

Rx= kg

D=
 0



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

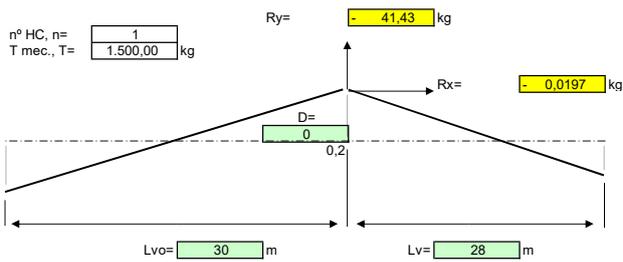
D1=
 0,2

Do=
 0,2



Poste 79
Cat. 1
Via izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA



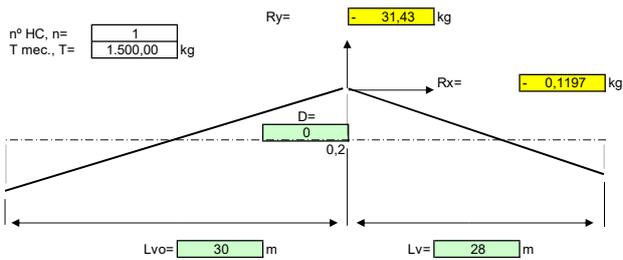
Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1=

-0,4
-0,2

Poste 79
Cat. 2
Via derecha

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA



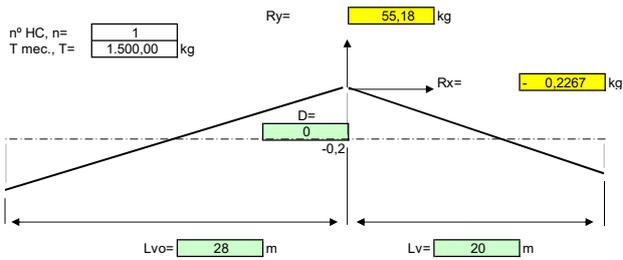
Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1=

-0,4
-0,2

Poste 80
Cat. 1
Via izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA



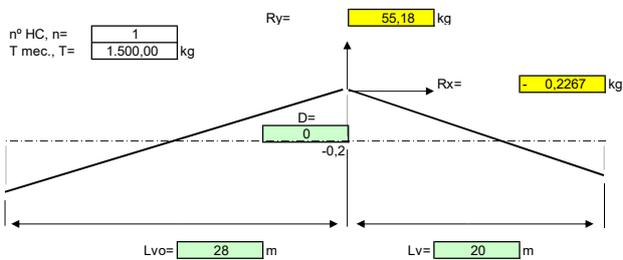
Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1=

0,45
0,25

Poste 80
Cat. 2
Via derecha

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA



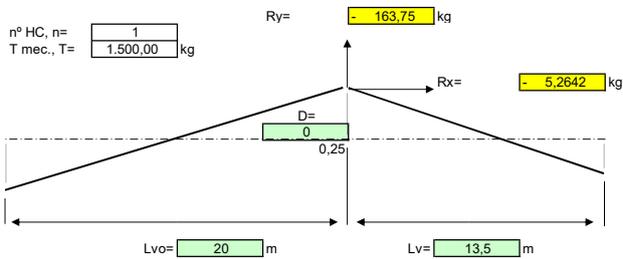
Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1=

0,45
0,25

Poste 81
Cat. 1
Via izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA



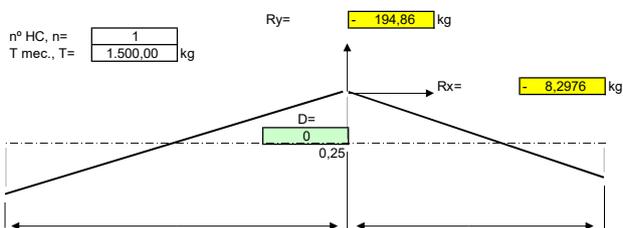
Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1=

-1,17
-0,92
0,25

Poste 81
Cat. 2
Via derecha

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1=

-1,45
-1,2
0,25

Lvo= 20 m

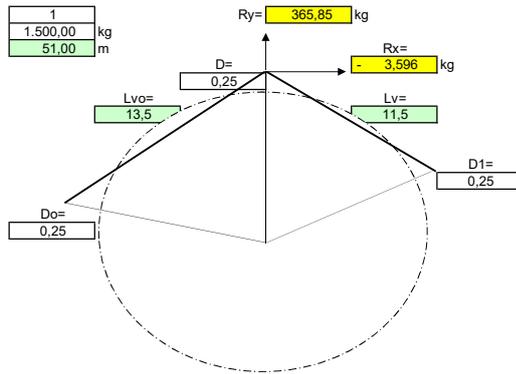
Lv= 13,5 m

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en CURVA

Poste 82
Cat. 1
Vía Izquierda

Perfil: 1 En curva, siempre que los vanos anterior y posterior al perfil a calcular sean iguales el $R_x = 0$

nº HC, n=	1
T mec., T=	1.500,00 kg
R.curva, R=	51,00 m



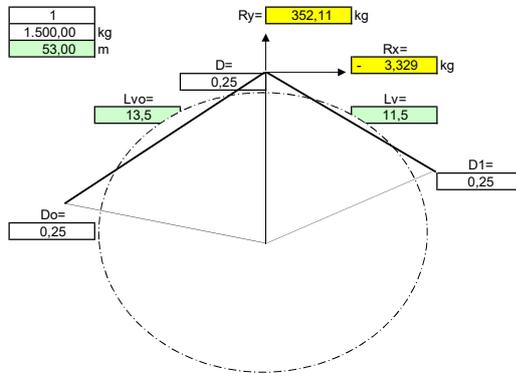
Si $R_x (+)$ fuerza hacia el vano posterior
Si $R_x (-)$ fuerza hacia el vano anterior

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en CURVA

Poste 82
Cat. 2
Vía derecha

Perfil: 1 En curva, siempre que los vanos anterior y posterior al perfil a calcular sean iguales el $R_x = 0$

nº HC, n=	1
T mec., T=	1.500,00 kg
R.curva, R=	53,00 m



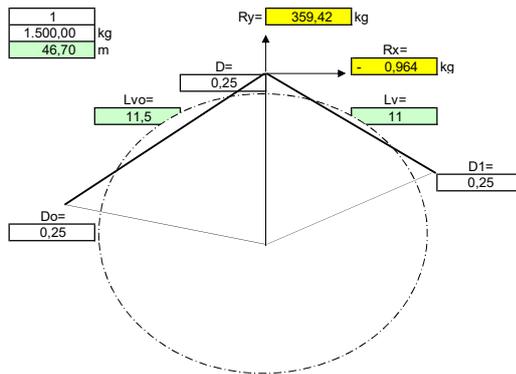
Si $R_x (+)$ fuerza hacia el vano posterior
Si $R_x (-)$ fuerza hacia el vano anterior

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en CURVA

Poste 83
Cat. 1
Vía Izquierda

Perfil: 1 En curva, siempre que los vanos anterior y posterior al perfil a calcular sean iguales el $R_x = 0$

nº HC, n=	1
T mec., T=	1.500,00 kg
R.curva, R=	46,70 m



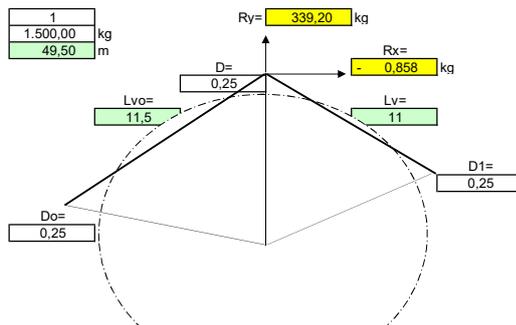
Si $R_x (+)$ fuerza hacia el vano posterior
Si $R_x (-)$ fuerza hacia el vano anterior

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en CURVA

Poste 83
Cat. 2
Vía derecha

Perfil: 1 En curva, siempre que los vanos anterior y posterior al perfil a calcular sean iguales el $R_x = 0$

nº HC, n=	1
T mec., T=	1.500,00 kg
R.curva, R=	49,50 m



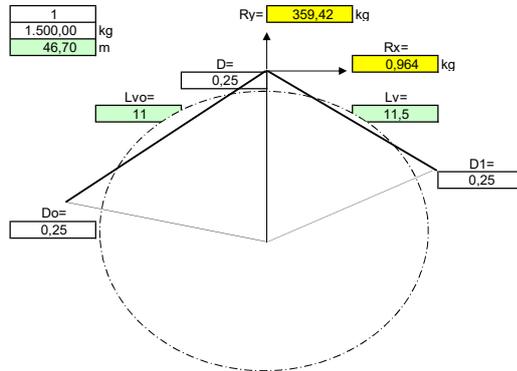
Si $R_x (+)$ fuerza hacia el vano posterior
Si $R_x (-)$ fuerza hacia el vano anterior

Poste 84
Cat. 1
Via izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en CURVA

Perfil: 1 En curva, siempre que los vanos anterior y posterior al perfil a calcular sean iguales el $R_x = 0$

nº HC, n= 1
T mec., T= 1.500,00 kg
R.curva, R= 46,70 m



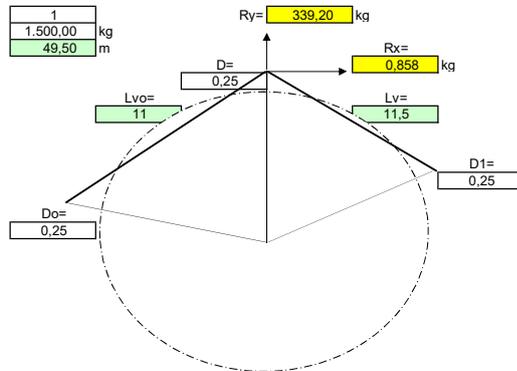
Si $R_x (+)$ fuerza hacia el vano posterior
Si $R_x (-)$ fuerza hacia el vano anterior

Poste 84
Cat. 2
Via derecha

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en CURVA

Perfil: 1 En curva, siempre que los vanos anterior y posterior al perfil a calcular sean iguales el $R_x = 0$

nº HC, n= 1
T mec., T= 1.500,00 kg
R.curva, R= 49,50 m



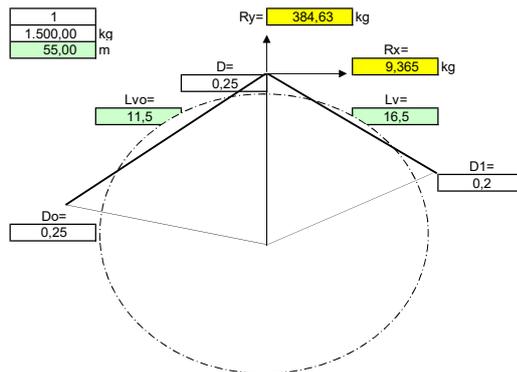
Si $R_x (+)$ fuerza hacia el vano posterior
Si $R_x (-)$ fuerza hacia el vano anterior

Poste 85
Cat. 1
Via izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en CURVA

Perfil: 1 En curva, siempre que los vanos anterior y posterior al perfil a calcular sean iguales el $R_x = 0$

nº HC, n= 1
T mec., T= 1.500,00 kg
R.curva, R= 55,00 m



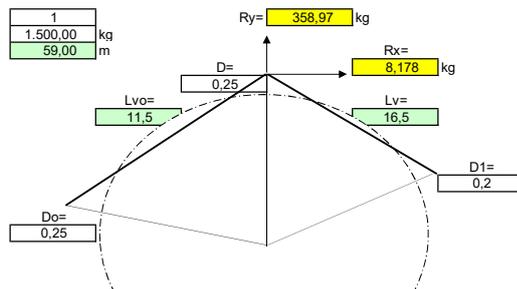
Si $R_x (+)$ fuerza hacia el vano posterior
Si $R_x (-)$ fuerza hacia el vano anterior

Poste 85
Cat. 2
Via derecha

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en CURVA

Perfil: 1 En curva, siempre que los vanos anterior y posterior al perfil a calcular sean iguales el $R_x = 0$

nº HC, n= 1
T mec., T= 1.500,00 kg
R.curva, R= 59,00 m

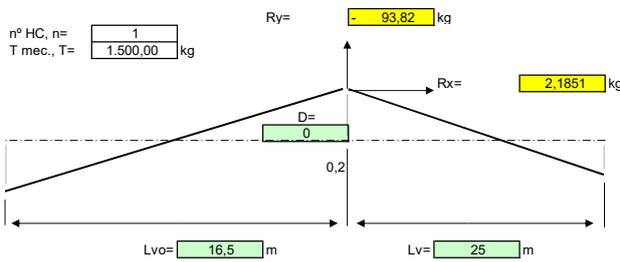


Si $R_x (+)$ fuerza hacia el vano posterior
Si $R_x (-)$ fuerza hacia el vano anterior



Poste 86
Cat. 1
Via izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

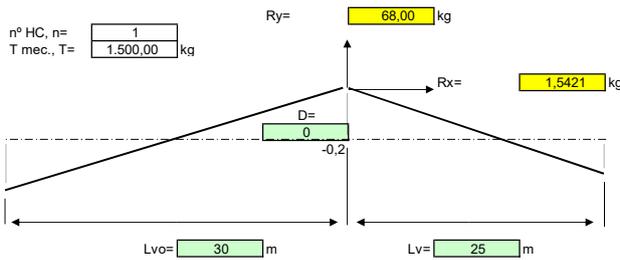


Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1= kg
0
0

Poste 86
Cat. 2
Via izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

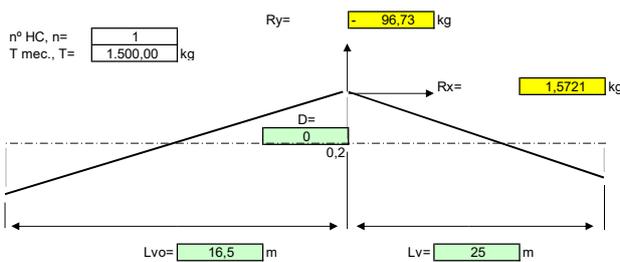


Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1= kg
-0,2

Poste 86
Cat. 3
Via derecha

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

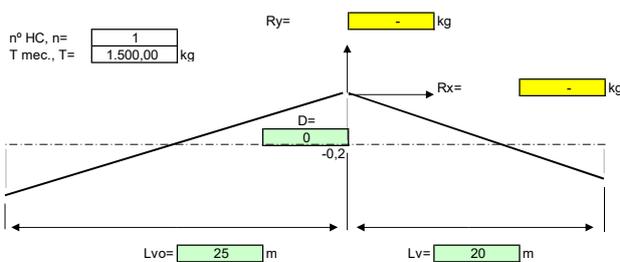


Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1= kg
-0,2

Poste 87
Cat. 1
Via izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

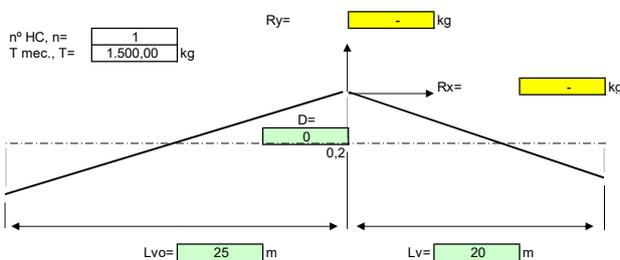


Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1= kg
-0,2

Poste 87
Cat. 2
Via izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

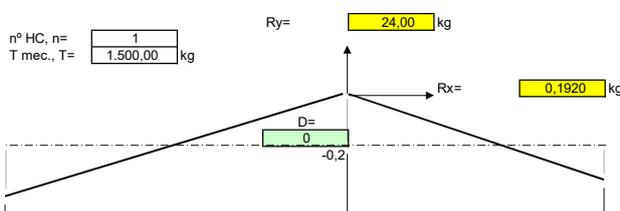


Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1= kg
0,2

Poste 87
Cat. 3
Via derecha

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

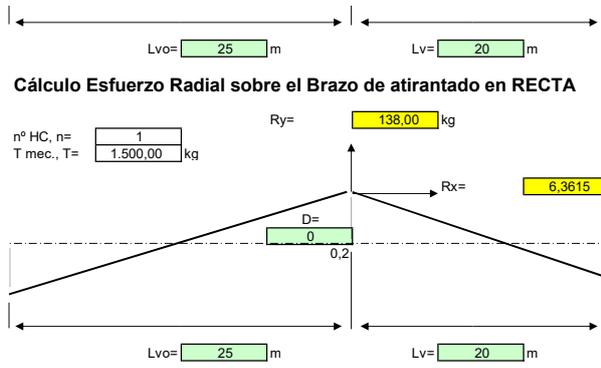


Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1= kg
-0,2

Poste 87
Cat. 4
Via derecha

Do= 2,3
2,5

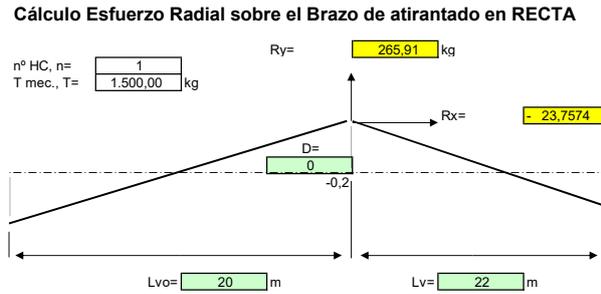


Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1= 0
0,2

Poste 88
Cat. 1
Via izquierda

Do= 0
-0,2

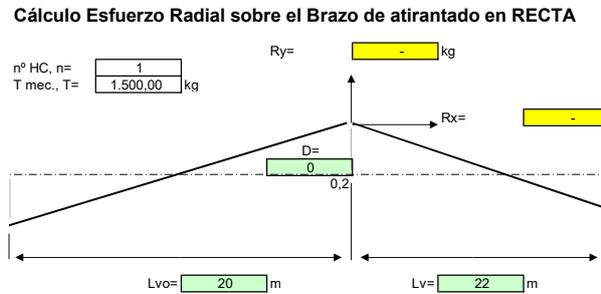


Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1= 3,9
3,5
20

Poste 88
Cat. 2
Via izquierda

Do= 0
0,2

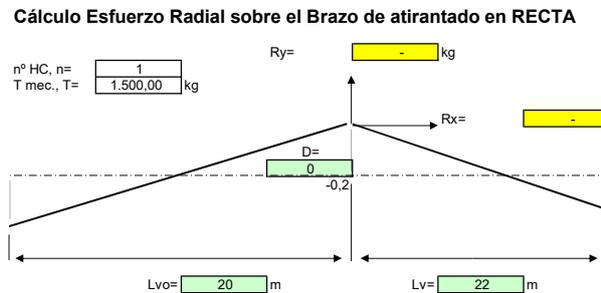


Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1= 0
0,2

Poste 88
Cat. 3
Via derecha

Do= 0
-0,2

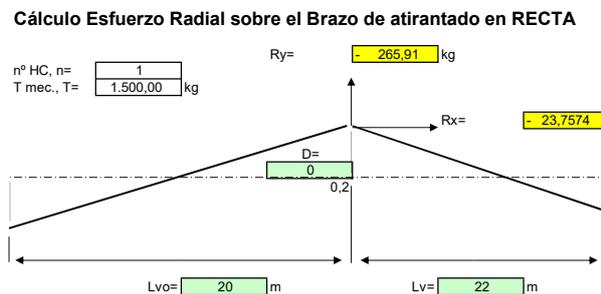


Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1= 0
-0,2

Poste 88
Cat. 4
Via derecha

Do= 0
0,2

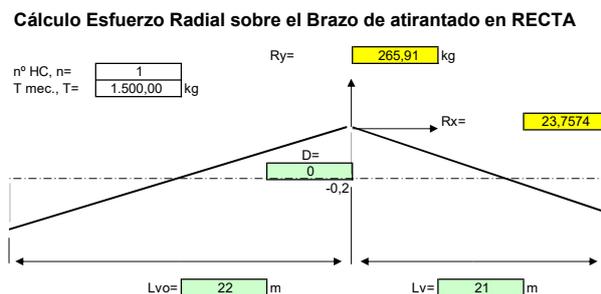


Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

D1= -3,9
3,5
-0,2

Poste 89
Cat. 1
Via izquierda

Do= 3,9
3,5
20



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

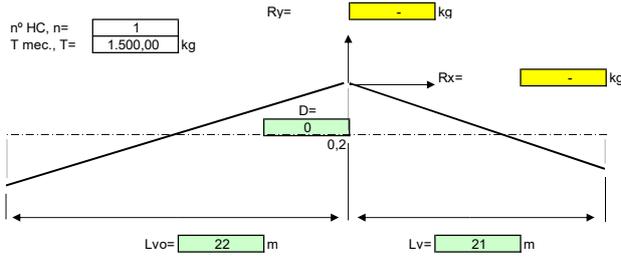
D1= 0
-0,2

Poste 89
Cat. 2
Via izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

nº HC, n=
T mec., T= kg

Do=
0,2



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

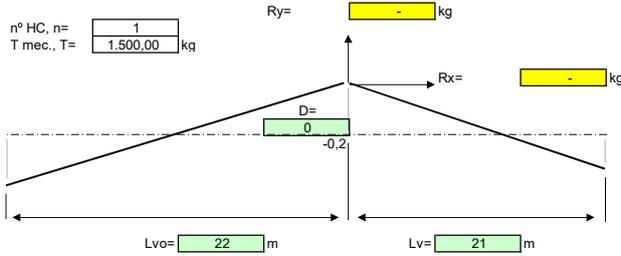
D1=
0,2

Poste 89
Cat. 3
Via derecha

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

nº HC, n=
T mec., T= kg

Do=
-0,2



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

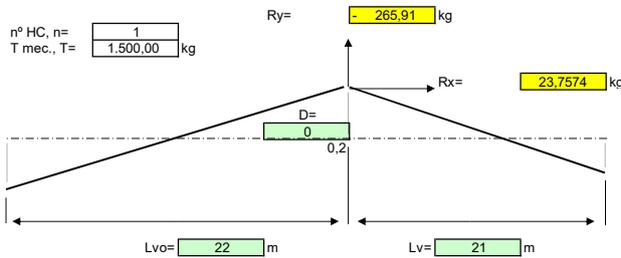
D1=
-0,2

Poste 89
Cat. 4
Via derecha

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

nº HC, n=
T mec., T= kg

Do=
0,2
3,5



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

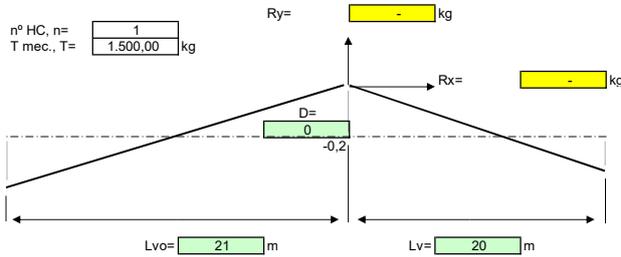
D1=
0,2

Poste 90
Cat. 1
Via izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

nº HC, n=
T mec., T= kg

Do=
-0,2



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

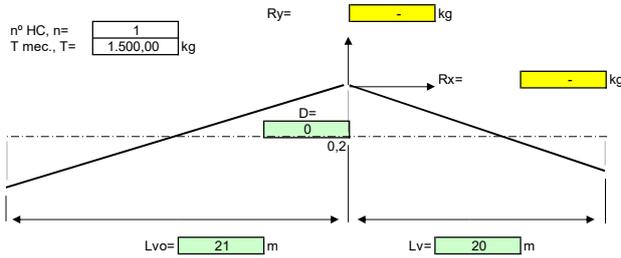
D1=
-0,2

Poste 90
Cat. 2
Via izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

nº HC, n=
T mec., T= kg

Do=
0,2



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

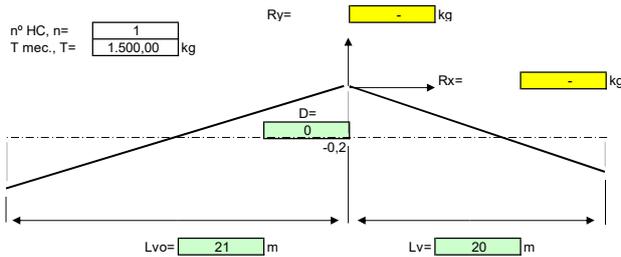
D1=
0,2

Poste 90
Cat. 3
Via derecha

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

nº HC, n=
T mec., T= kg

Do=
-0,2



Si Rx (+) fuerza hacia el vano posterior
Si Rx (-) fuerza hacia el vano anterior

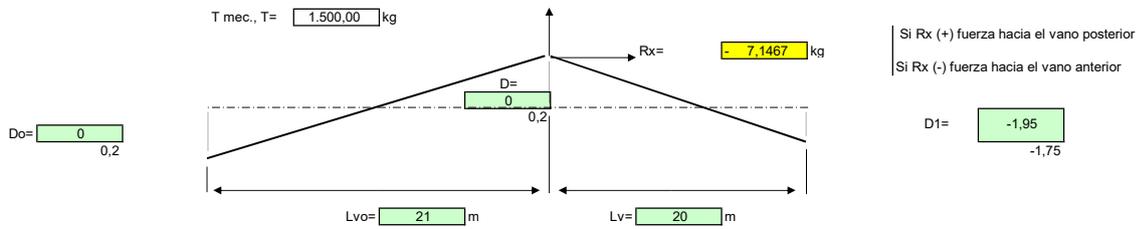
D1=
-0,2

Poste 90
Cat. 4
Via derecha

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA

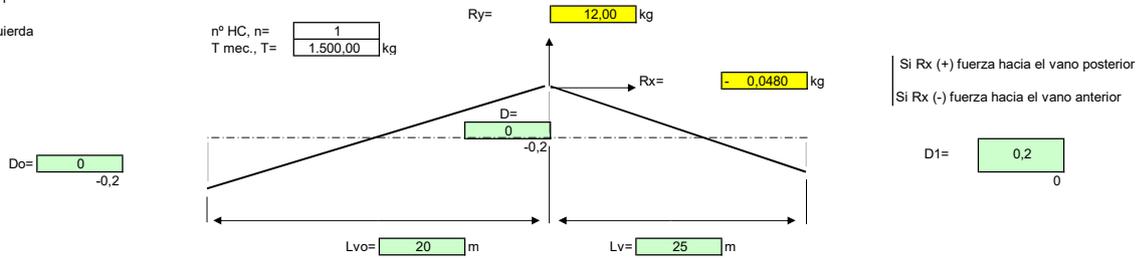
nº HC, n=

Ry= kg



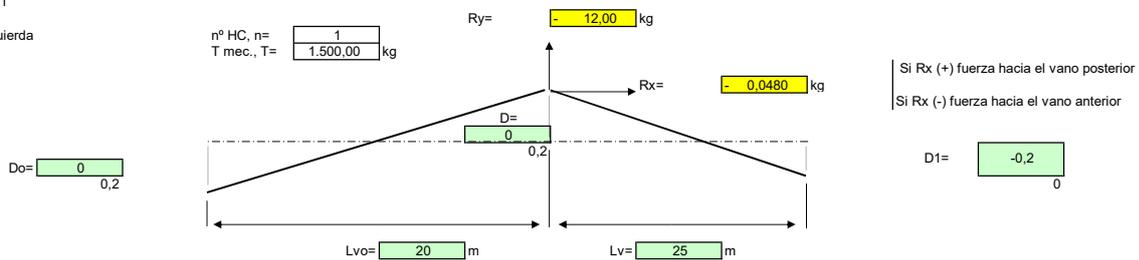
Poste 91
Cat. 1
Via izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA



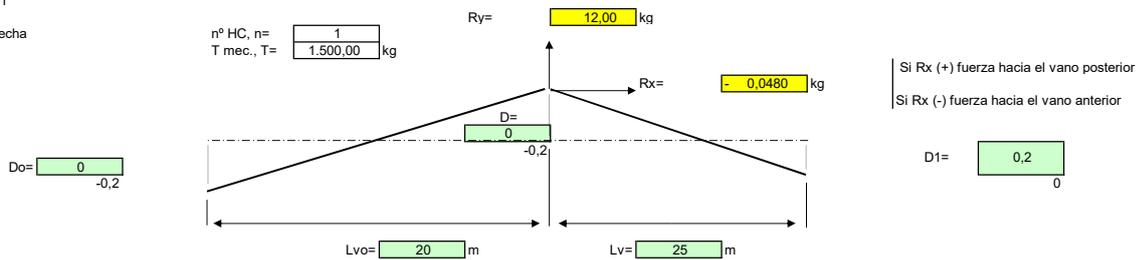
Poste 91
Cat. 2
Via izquierda

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA



Poste 91
Cat. 3
Via derecha

Cálculo Esfuerzo Radial sobre el Brazo de atirantado en RECTA



ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 74

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las líneas aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas

Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos

Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia prestablecida. Ver pestaña "Postes".

La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas

La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.

Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante

La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	20	
Vano posterior =	14,5	
Vano medio =	17,25	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	3	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	2	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	5	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	5	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	3	Ud
Longitud ménsula 1 =	6	m
Longitud ménsula 2 =	6	m
Longitud ménsula 3 =	6	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	220,61025	N
Peso HC-2 =	220,61025	N
Peso HC-3 =	220,61025	N
Peso HC-4 =	220,61025	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	441,2205	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	1103,05125	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	1103,05125	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	588	N
Peso ménsula 2 =	588	N
Peso ménsula 3 =	588	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	5292	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	7939,323	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	-20	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 1. Descentramiento posterior	20	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	41,38	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	-20	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 2. Descentramiento posterior	20	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	41,38	Kp
HC 3. Descentramiento anterior	20	cm
HC 3. Descentramiento en el perfil	-15	cm
HC 3. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 3 =	-336,59	Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	-2488	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	-14928	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	22867	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	9655	N.m

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores. Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp)
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento
 Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) =

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto)	0,7	Kp/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	3	Kp/m
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	3	Ud
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	2	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	5	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	5	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2.	17,25	m
Número de ménsulas sobre poste =	3	Ud
Longitud ménsula 1 =	6	m
Longitud ménsula 2 =	6	m
Longitud ménsula 3 =	6	m
Longitud ménsula 4 =	0	m

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 =	118,335	N
Peso debido al hielo en HC-2 =	118,335	N
Peso debido al hielo en HC-3 =	118,335	N
Peso debido al hielo en HC-4 =	118,335	N
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 =	236,67	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 =	591,675	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 =	591,675	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 =	0	N.m.
Peso del hielo en la ménsula 1 =	176,4	N
Peso del hielo en la ménsula 2 =	176,4	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	176,4	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	1587,6	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	3007,62	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España: 29 m/s

En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	127,65	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	127,65	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	127,65	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	765,9	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	765,9	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	765,9	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	N.m.
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	2297,7	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	7146	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	10154	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	4287	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente

1143 N.m

Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp)

Kp

Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento

N.m

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste =	1143	N.m.
Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior =	483	N.m.

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s 29 m/s

En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:

Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	172,81	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	172,81	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	172,81	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	1555	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	5672	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	2395	N.m.

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad dase por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes = 1,3

Coefficiente de seguridad de cargas variables = 1,3

Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =

42927,72 N.m

Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =

8859,5 N.m

Momento TOTAL en la base del poste =

43832,41 N.m

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DE

Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =

18124,6 N.m

Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =

3378,61 N.m

Momento TOTAL en la base del tubo superior =

18436,81 N.m

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =

Inercia de tubo inferior del poste. W (m⁴) =

Inercia de tubo superior del poste. W (m⁴) =

Flecha poste inferior =

Flecha poste superior =

Flecha total (< 1,5%) =

TIPO DE POSTE

2,1E+11 Kg/cm2

0,00003781 m4

0,0000132 m4

0,03 m

0,02 m

0,05 m

3

Estos valores hay que sacarlos de la pestana "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al :

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =

Momento Total en la base del tubo superior=

Flecha total (<1,5%)=

Cumple

Cumple

Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 75

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las líneas aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas

Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos

Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia prestablecida. Ver pestaña "Postes".

La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas

La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.

Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante

La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	14,5	
Vano posteriores =	21,5	
Vano medio =	18	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	3	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	2	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	5	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	5	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	7	m
Longitud ménsula 2 =	7	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	230,202	N
Peso HC-2 =	230,202	N
Peso HC-3 =	230,202	N
Peso HC-4 =	230,202	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	460,404	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	1151,01	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	1151,01	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	686	N
Peso ménsula 2 =	686	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	4802	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	7564,424	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	-20	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 1. Descentramiento posterior	20	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	-41,38	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	-20	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 2. Descentramiento posterior	20	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	-41,38	Kp
HC 3. Descentramiento anterior	-20	cm
HC 3. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 3. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 3 =	315,52	Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	2281	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	13686	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	21250,424	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	8972	N.m

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores. Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp)

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento

Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) =

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto)

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	3	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	2	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	5	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	5	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2.

Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	7	m
Longitud ménsula 2 =	7	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 =	123,48	N
Peso debido al hielo en HC-2 =	123,48	N
Peso debido al hielo en HC-3 =	123,48	N
Peso debido al hielo en HC-4 =	123,48	N
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 =	246,96	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 =	617,4	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 =	617,4	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 =	0	N.m.
Peso del hielo en la ménsula 1 =	205,8	N
Peso del hielo en la ménsula 2 =	205,8	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	1440,6	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	2922,36	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España: 29 m/s

En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	133,2	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	133,2	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	133,2	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	799,2	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	799,2	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	799,2	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	N.m.
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	2397,6	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	7245	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	10167	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	4293	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente

1063 N.m

Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp)

Kp

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento

N.m

Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste =	1063	N.m.
Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior =	449	N.m.

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s 29 m/s

En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:

Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	201,61	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	201,61	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	1411	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	5528	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	2334	N.m.

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad dase por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes = 1,3

Coefficiente de seguridad de cargas variables = 1,3

Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =

40842,65 N.m

Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =

8568,3 N.m

Momento TOTAL en la base del poste =

41731,74 N.m

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DE

Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =

17244,5 N.m

Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =

3280,65 N.m

Momento TOTAL en la base del tubo superior =

17553,79 N.m

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =

Inercia de tubo inferior del poste. W (m⁴) =

Inercia de tubo superior del poste. W (m⁴) =

Flecha poste inferior =

Flecha poste superior =

Flecha total (< 1,5%) =

TIPO DE POSTE

2,1E+11 Kg/cm2

0,00003781 m4

0,0000132 m4

0,02 m

0,02 m

0,04 m

3

Estos valores hay que sacarlos de la pestana "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al :

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =

Momento Total en la base del tubo superior=

Flecha total (<1,5%)=

Cumple

Cumple

Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 77

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las líneas aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas

Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos

Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia prestablecida. Ver pestaña "Postes".

La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas

La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.

Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante

La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	21,5	
Vano posterior =	25	
Vano medio =	23,25	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	3	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	2	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	5	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	5	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	7	m
Longitud ménsula 2 =	7	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	297,34425	N
Peso HC-2 =	297,34425	N
Peso HC-3 =	297,34425	N
Peso HC-4 =	297,34425	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	594,6885	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	1486,72125	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	1486,72125	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	686	N
Peso ménsula 2 =	686	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	4802	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	8370,131	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	-20	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 1. Descentramiento posterior	-200	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	-108,00	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	20	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 2. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	-24,00	Kp
HC 3. Descentramiento anterior	20	cm
HC 3. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 3. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 3 =	-24,00	Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	-1529	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	-9174	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	17544,131	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	7408	N.m

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **Kp**

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **N.m**

Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) =

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto)	0,7	Kp/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	3	Kp/m
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	3	Ud
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	2	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	5	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	5	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 23,25 m

Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	7	m
Longitud ménsula 2 =	7	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores. Hay que establecer un sentido para esta distancia.

Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del

Peso debido al hielo en HC-1 =	159,495	N
Peso debido al hielo en HC-2 =	159,495	N
Peso debido al hielo en HC-3 =	159,495	N
Peso debido al hielo en HC-4 =	159,495	N
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 =	318,99	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 =	797,475	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 =	797,475	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 =	0	N.m.
Peso del hielo en la ménsula 1 =	205,8	N
Peso del hielo en la ménsula 2 =	205,8	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	1440,6	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	3354,54	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España: 29 m/s

En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	172,05	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	172,05	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	172,05	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1032,3	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1032,3	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	1032,3	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	N.m.
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	3096,9	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	7945	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	11300	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	4771	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente

877 N.m

Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp)

Kp

Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento

N.m

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste =	877	N.m.
Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior =	370	N.m.

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s 29 m/s

En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:

Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	201,61	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	201,61	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	1411	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	5528	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	2334	N.m.

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad dase por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes = 1,3

Coefficiente de seguridad de cargas variables = 1,3

Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal = 37497,37 N.m

Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal = 8326,5 N.m

Momento TOTAL en la base del poste = 38410,72 N.m

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DE

Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal = 15832,7 N.m

Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal = 3237,29 N.m

Momento TOTAL en la base del tubo superior = 16160,27 N.m

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =

Inercia de tubo inferior del poste. W (m⁴) =

Inercia de tubo superior del poste. W (m⁴) =

Flecha poste inferior =

Flecha poste superior =

Flecha total (< 1,5%) =

TIPO DE POSTE

2,1E+11 Kg/cm2

0,00003781 m4

0,0000132 m4

0,02 m

0,01 m

0,03 m

3

Estos valores hay que sacarlos de la pestana "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al :

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =

Momento Total en la base del tubo superior=

Flecha total (<1,5%)=

Cumple

Cumple

Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 75

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las líneas aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas

Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos

Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia prestablecida. Ver pestaña "Postes".

La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas

La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.

Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante

La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	25	
Vano posterior =	26	
Vano medio =	25,5	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	2	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	5	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	1	Ud
Longitud ménsula 1 =	7	m
Longitud ménsula 2 =	0	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	326,1195	N
Peso HC-2 =	326,1195	N
Peso HC-3 =	326,1195	N
Peso HC-4 =	326,1195	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	652,239	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	1630,5975	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	686	N
Peso ménsula 2 =	0	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	2401	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	4683,8365	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	20	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 1. Descentramiento posterior	20	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	47,08	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	20	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 2. Descentramiento posterior	20	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	47,08	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	923	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	5538	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	10221,8365	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	4316	N.m

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) 127,99 Kp

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento 8027,5328 N.m

Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) = 0,7 Kp/m

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto) 3 Kp/m

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil = 2 Ud

Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil = 6 m

Distancia del eje del poste al hilo 1 = 2 m

Distancia del eje del poste al hilo 2 = 5 m

Distancia del eje del poste al hilo 3 = 0 m

Distancia del eje del poste al hilo 4 = 0 m

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 25,5 m

Número de ménsulas sobre poste = 1 Ud

Longitud ménsula 1 = 7 m

Longitud ménsula 2 = 0 m

Longitud ménsula 3 = 0 m

Longitud ménsula 4 = 0 m

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.

Hay que establecer un sentido para esta distancia.

Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.

Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del

postes, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.

Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del

postes, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.

Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del

postes, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.

Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del

postes, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.

Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del

postes, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.

Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del

postes, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.

Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del

postes, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.

Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del

postes, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.

Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del

postes, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.

Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del

postes, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.

Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del

postes, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.

Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del

postes, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.

Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del

postes, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.

Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del

postes, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.

Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del

postes, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.

Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del

postes, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.

Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del

postes, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.

Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del

postes, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.

Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del

postes, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.

Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del

postes, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.

Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del

postes, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.

Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del

postes, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.

Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del

postes, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.

Peso debido al hielo en HC-1 =	174,93	N
Peso debido al hielo en HC-2 =	174,93	N
Peso debido al hielo en HC-3 =	174,93	N
Peso debido al hielo en HC-4 =	174,93	N
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 =	349,86	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 =	874,65	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 =	0	N.m.
Peso del hielo en la ménsula 1 =	205,8	N
Peso del hielo en la ménsula 2 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	720,3	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	1944,81	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España: 29 m/s

En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	188,7	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	188,7	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1132,2	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1132,2	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	2264,4	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	7112	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	9057	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	3824	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente

511 N.m

Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) 1491,029 Kp

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento 93517,3389 N.m

Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste = 94028,3389 N.m.

Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior = 39701 N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s 29 m/s

En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:

Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	201,61	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	706	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4823	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	2036	N.m.

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad dase por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes = 1,3

Coefficiente de seguridad de cargas variables = 1,3

Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal = 35498,28 N.m

Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal = 128506,74 N.m

Momento TOTAL en la base del poste = 133319,58 N.m

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DE

Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal = 14988,22 N.m

Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal = 24438,24 N.m

Momento TOTAL en la base del tubo superior = 28668,35 N.m

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =

Inercia de tubo inferior del poste. W (m⁴) =

Inercia de tubo superior del poste. W (m⁴) =

Flecha poste inferior =

Flecha poste superior =

Flecha total (< 1,5%) =

TIPO DE POSTE

2,1E+11 Kg/cm2

0,00008697 m4

0,00002839 m4

0,05 m

0,03 m

0,08 m

5a

Estos valores hay que sacarlos de la pestana "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al :

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =

Momento Total en la base del tubo superior=

Flecha total (<1,5%)=

Cumple

Cumple

Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 1

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia prestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	26	
Vano posterior =	30	
Vano medio =	28	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,5	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,5	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	3	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	358,092	N
Peso HC-2 =	358,092	N
Peso HC-3 =	358,092	N
Peso HC-4 =	358,092	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-537,138	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	537,138	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	294	N
Peso ménsula 2 =	294	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	0	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	-20	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 1. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	-43,08	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	-20	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 2. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	-43,08	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	-844	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	-5064	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	5064	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	2138	N.m.
A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp)		Kp
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento	0	N.m.
Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal		
Esfuerzo transversal variable		
Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo		
HIELO		
Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) =	0,7	Kp/m
Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto)	3	Kp/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,5	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,5	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2.	28	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	3	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:		
Peso debido al hielo en HC-1 =	192,08	N
Peso debido al hielo en HC-2 =	192,08	N
Peso debido al hielo en HC-3 =	192,08	N
Peso debido al hielo en HC-4 =	192,08	N
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 =	-288,12	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 =	288,12	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 =	0	N.m.
Peso del hielo en la ménsula 1 =	88,2	N

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	0	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España: 29 m/s
 En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
 Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	207,2	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	207,2	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1243,2	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1243,2	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	2486,4	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	7334	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	7334	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	3097	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente 253 N.m Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) Kp Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento 0 N.m

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste =	253	N.m.
Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior =	107	N.m.

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo
 En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO
 Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s 29 m/s
 En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:		
Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	259	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4376	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1848	N.m.

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	16117,4	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	6017,7	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	17204,17	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	6805,5	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	2461,13	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	7236,85	N.m

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionr el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00003781	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,0000132	m4
Flecha poste inferior =	0,01	m
Flecha poste superior =	0	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,01	m
TIPO DE POSTE	3	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior=	Cumple
Flecha total (<1,5%)=	Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 2

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	30	
Vano posterior =	29	
Vano medio =	29,5	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,5	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,5	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	3	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	377,2755	N
Peso HC-2 =	377,2755	N
Peso HC-3 =	377,2755	N
Peso HC-4 =	377,2755	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-565,91325	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	565,91325	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	294	N
Peso ménsula 2 =	294	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	0	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	20	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 1. Descentramiento posterior	0	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	40,69	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	20	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 2. Descentramiento posterior	20	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	40,69	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	798	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	4788	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	4788	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	2022	N.m.
A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp)	-76,41	Kp
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento	-4792,4352	N.m.
Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal		
Esfuerzo transversal variable		
Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo		
HIELO		
Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) =	0,7	Kp/m
Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto)	3	Kp/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,5	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,5	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2.	29,5	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	3	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:		
Peso debido al hielo en HC-1 =	202,37	N
Peso debido al hielo en HC-2 =	202,37	N
Peso debido al hielo en HC-3 =	202,37	N
Peso debido al hielo en HC-4 =	202,37	N
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 =	-303,555	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 =	303,555	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 =	0	N.m.
Peso del hielo en la ménsula 1 =	88,2	N

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	0	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España: 29 m/s
 En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
 Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	218,3	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	218,3	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1309,8	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1309,8	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	2619,6	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	7467	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	7467	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	3153	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente 239 N.m

Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp)	1498,05	Kp
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento	93957,696	N.m

Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste = 94196,696 N.m.

Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior = 39772 N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s 29 m/s

En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:

Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	259	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4376	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1848	N.m

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	9701,33	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	128144,5	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	128511,2	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	4096,99	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	24232,81	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	24576,7	N.m

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00008396	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,00002442	m4
Flecha poste inferior =	0,05	m
Flecha poste superior =	0,04	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,09	m
TIPO DE POSTE	5	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =

Cumple

Momento Total en la base del tubo superior =

Cumple

Flecha total (<1,5%) =

Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 3

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	29	
Vano posterior =	30	
Vano medio =	29,5	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	3	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,5	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	-1,5	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	1,5	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	3	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	-3	m
Longitud ménsula 3 =	3	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	377,2755	N
Peso HC-2 =	377,2755	N
Peso HC-3 =	377,2755	N
Peso HC-4 =	377,2755	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-565,91325	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	-565,91325	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	565,91325	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	294	N
Peso ménsula 2 =	294	N
Peso ménsula 3 =	294	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	-441	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	-1006,91325	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	-0,2	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	0	cm
HC 1. Descentramiento posterior	-0,2	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	-30,69	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	150	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	0,2	cm
HC 2. Descentramiento posterior	0	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	67,59	Kp
HC 3. Descentramiento anterior	-0,2	cm
HC 3. Descentramiento en el perfil	0,2	cm
HC 3. Descentramiento posterior	0	cm
Esfuerzo radial HC 3 =	-40,69	Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	1362	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	8172	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	9179	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	3876	N.m

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **74,84 Kp**

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **4693,9648 N.m**

Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) = 0,7 Kp/m

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto) 3 Kp/m

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil = 3 Ud

Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil = 6 m

Distancia del eje del poste al hilo 1 = -1,5 m

Distancia del eje del poste al hilo 2 = -1,5 m

Distancia del eje del poste al hilo 3 = 1,5 m

Distancia del eje del poste al hilo 4 = 0 m

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 29,5 m

Número de ménsulas sobre poste = 3 Ud

Longitud ménsula 1 = -3 m

Longitud ménsula 2 = -3 m

Longitud ménsula 3 = 3 m

Longitud ménsula 4 = 0 m

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 = 202,37 N

Peso debido al hielo en HC-2 = 202,37 N

Peso debido al hielo en HC-3 = 202,37 N

Peso debido al hielo en HC-4 = 202,37 N

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 = -303,555 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 = -303,555 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 = 303,555 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 = 0 N.m.

Peso del hielo en la ménsula 1 = 88,2 N

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	-132,3	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	-435,855	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España:
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	218,3	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	218,3	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	218,3	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1309,8	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1309,8	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	1309,8	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	N.m.
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	3929,4	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	8777	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	9213	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	3890	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente **459 N.m**

Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **1498,13 Kp**
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **93962,7136 N.m**

Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste = 9421,7136 N.m.

Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior = 39867 N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s

En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:

Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	389	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4506	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1903	N.m

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	30011,64	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	128606,03	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	132061,39	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	12672,27	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	24356,45	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	27455,84	N.m

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00008396	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,00002442	m4
Flecha poste inferior =	0,05	m
Flecha poste superior =	0,04	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,09	m
TIPO DE POSTE	5	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =

Cumple

Momento Total en la base del tubo superior=

Cumple

Flecha total (<1,5%)=

Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 4

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	30	
Vano posterior =	35	
Vano medio =	32,5	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	4	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,5	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	-1,5	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	1,5	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	1,5	m
Número de ménsulas sobre poste =	4	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	-3	m
Longitud ménsula 3 =	3	m
Longitud ménsula 4 =	3	m
Peso HC-1 =	415,6425	N
Peso HC-2 =	415,6425	N
Peso HC-3 =	415,6425	N
Peso HC-4 =	415,6425	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-623,46375	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	-623,46375	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	623,46375	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	623,46375	N.m.
Peso ménsula 1 =	294	N
Peso ménsula 2 =	294	N
Peso ménsula 3 =	294	N
Peso ménsula 4 =	294	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	0	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	0	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	-0,2	cm
HC 1. Descentramiento posterior	0	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	-18,57	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	0,2	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	0	cm
HC 2. Descentramiento posterior	0,2	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	18,57	Kp
HC 3. Descentramiento anterior	0,2	cm
HC 3. Descentramiento en el perfil	0	cm
HC 3. Descentramiento posterior	0,2	cm
Esfuerzo radial HC 3 =	28,57	Kp
HC 4. Descentramiento anterior	-150	cm
HC 4. Descentramiento en el perfil	-0,2	cm
HC 4. Descentramiento posterior	0	cm
Esfuerzo radial HC 4 =	-66,43	Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	1295	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	7770	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	7770	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	3281	N.m

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **Kp**

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0** **N.m**

Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) = 0,7 Kp/m

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto) 3 Kp/m

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil = 4 Ud

Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil = 6 m

Distancia del eje del poste al hilo 1 = -1,5 m

Distancia del eje del poste al hilo 2 = -1,5 m

Distancia del eje del poste al hilo 3 = 1,5 m

Distancia del eje del poste al hilo 4 = 1,5 m

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 32,5 m

Número de ménsulas sobre poste = 4 Ud

Longitud ménsula 1 = -3 m

Longitud ménsula 2 = -3 m

Longitud ménsula 3 = 3 m

Longitud ménsula 4 = 3 m

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 = 222,95 N

Peso debido al hielo en HC-2 = 222,95 N

Peso debido al hielo en HC-3 = 222,95 N

Peso debido al hielo en HC-4 = 222,95 N

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 = -334,425 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 = -334,425 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 = 334,425 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 = 334,425 N.m.

Peso del hielo en la ménsula 1 = 88,2 N

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	88,2	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	0	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España: 29 m/s
 En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
 Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	240,5	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	240,5	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	240,5	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	240,5	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1443	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1443	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	1443	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	1443	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	5772	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	10620	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	10620	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	4484	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente 389 N.m Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) Kp Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento 0 N.m

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste =	389	N.m.
Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior =	164	N.m.

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo
 En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s 29 m/s
 En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:		
Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	86,4	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	518	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4635	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1957	N.m.

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	23907	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	6531,2	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	24783,08	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	10094,5	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	2634,12	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	10432,52	N.m

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2	
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00003781	m4	Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,0000132	m4	
Flecha poste inferior =	0,01	m	
Flecha poste superior =	0,01	m	
Flecha total (< 1,5%) =	0,02	m	Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste
TIPO DE POSTE	3		

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior=	Cumple
Flecha total (<1,5%)=	Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 5

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	35	
Vano posterior =	27	
Vano medio =	31	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	4	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,5	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	-1,5	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	1,5	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	1,5	m
Número de ménsulas sobre poste =	4	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	-3	m
Longitud ménsula 3 =	3	m
Longitud ménsula 4 =	3	m
Peso HC-1 =	396,459	N
Peso HC-2 =	396,459	N
Peso HC-3 =	396,459	N
Peso HC-4 =	396,459	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-594,6885	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	-594,6885	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	594,6885	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	594,6885	N.m.
Peso ménsula 1 =	294	N
Peso ménsula 2 =	294	N
Peso ménsula 3 =	294	N
Peso ménsula 4 =	294	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	0	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	-0,2	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	0	cm
HC 1. Descentramiento posterior	-0,5	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	-36,35	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	-0,2	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	0	cm
HC 2. Descentramiento posterior	0,85	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	27,54	Kp
HC 3. Descentramiento anterior	-0,2	cm
HC 3. Descentramiento en el perfil	0	cm
HC 3. Descentramiento posterior	-0,7	cm
Esfuerzo radial HC 3 =	-47,46	Kp
HC 4. Descentramiento anterior	0,2	cm
HC 4. Descentramiento en el perfil	0	cm
HC 4. Descentramiento posterior	-0,45	cm
Esfuerzo radial HC 4 =	-33,57	Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	1420	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	8520	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	8520	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	3597	N.m

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **Kp**
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0** **N.m**
 Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) = 0,7 Kp/m

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto) = 3 Kp/m

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	4	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,5	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	-1,5	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	1,5	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	1,5	m

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 31 m

Número de ménsulas sobre poste =	4	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	-3	m
Longitud ménsula 3 =	3	m
Longitud ménsula 4 =	3	m

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 =	212,66	N
Peso debido al hielo en HC-2 =	212,66	N
Peso debido al hielo en HC-3 =	212,66	N
Peso debido al hielo en HC-4 =	212,66	N
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 =	-318,99	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 =	-318,99	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 =	318,99	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 =	318,99	N.m.
Peso del hielo en la ménsula 1 =	88,2	N

Peso del hielo en la ménsula 2 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	88,2	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	0	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España:
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	229,4	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	229,4	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	229,4	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	229,4	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1376,4	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1376,4	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	1376,4	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	1376,4	N.m.
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	5505,6	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	10353	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	10353	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	4371	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente **426 N.m** Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) Kp Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0 N.m**

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste =	426	N.m.
Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior =	180	N.m.

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo
En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:		
Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	86,4	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	518	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4635	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1957	N.m.

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	24534,9	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	6579,3	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	25401,74	N.m ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	10358,4	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	2642,9	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	10690,25	N.m ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00003781	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,0000132	m4
Flecha poste inferior =	0,01	m
Flecha poste superior =	0,01	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,02	m
TIPO DE POSTE	3	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior =	Cumple
Flecha total (<1,5%) =	Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 6

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia prestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	27	
Vano posterior =	34	
Vano medio =	30,5	m
Radio de curvatura =	500	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	3	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,4	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,8	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	1,9	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	3	Ud
Longitud ménsula 1 =	-4	m
Longitud ménsula 2 =	4	m
Longitud ménsula 3 =	4	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	390,0645	N
Peso HC-2 =	390,0645	N
Peso HC-3 =	390,0645	N
Peso HC-4 =	390,0645	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-546,0903	N.m
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	702,1161	N.m
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	741,12255	N.m
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m
Peso ménsula 1 =	392	N
Peso ménsula 2 =	392	N
Peso ménsula 3 =	392	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	784	N.m
Momento total en la base del poste debido al peso =	1681,14835	N.m
HC 1. Descentramiento anterior	0,25	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	0,25	cm
HC 1. Descentramiento posterior	0,25	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	100,37	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	0	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	0	cm
HC 2. Descentramiento posterior	-1,55	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	-23,01	Kp
HC 3. Descentramiento anterior	0,2	cm
HC 3. Descentramiento en el perfil	0,2	cm
HC 3. Descentramiento posterior	0,25	cm
Esfuerzo radial HC 3 =	-89,26	Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	2084	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	12504	N.m
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	14185	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	5989	N.m

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) -44,97 Kp

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento -2820,5184 N.m

Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) = 0,7 Kp/m

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto) 3 Kp/m

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil = 3 Ud

Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil = 6 m

Distancia del eje del poste al hilo 1 = -1,4 m

Distancia del eje del poste al hilo 2 = 1,8 m

Distancia del eje del poste al hilo 3 = 1,9 m

Distancia del eje del poste al hilo 4 = 0 m

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 30,5 m

Número de ménsulas sobre poste = 3 Ud

Longitud ménsula 1 = -4 m

Longitud ménsula 2 = 4 m

Longitud ménsula 3 = 4 m

Longitud ménsula 4 = 0 m

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 = 209,23 N

Peso debido al hielo en HC-2 = 209,23 N

Peso debido al hielo en HC-3 = 209,23 N

Peso debido al hielo en HC-4 = 209,23 N

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 = -292,922 N.m

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 = 376,614 N.m

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 = 397,537 N.m

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 = 0 N.m

Peso del hielo en la ménsula 1 = 117,6 N

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	117,6	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	117,6	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	235,2	N.m
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	716,429	N.m

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España:
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	225,7	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	225,7	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	225,7	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1354,2	N.m
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1354,2	N.m
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	1354,2	N.m
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	N.m
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	4062,6	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	8910	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	9626	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	4064	N.m

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente **709 N.m**

Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **1499,33 Kp**
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **94037,9776 N.m**

Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste = 94746,9776 N.m

Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior = 40004 N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s

En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:

Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m
Esfuerzo en la ménsula 1 =	115,2	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	115,2	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	115,2	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	691	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4808	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	2030	N.m

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	34621,17	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	129421,47	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	133972,17	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	11520,75	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	24596,75	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	27161,14	N.m

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00008396	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,00002442	m4
Flecha poste inferior =	0,05	m
Flecha poste superior =	0,04	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,09	m
TIPO DE POSTE	5	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =

Cumple

Momento Total en la base del tubo superior=

Cumple

Flecha total (<1,5%)=

Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 7

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	34	
Vano posterior =	38	
Vano medio =	36	m
Radio de curvatura =	500	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,4	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,9	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-4	m
Longitud ménsula 2 =	4	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	460,404	N
Peso HC-2 =	460,404	N
Peso HC-3 =	460,404	N
Peso HC-4 =	460,404	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-644,5656	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	874,7676	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	392	N
Peso ménsula 2 =	392	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	230,202	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	0,2	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	0,25	cm
HC 1. Descentramiento posterior	0,25	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	-110,15	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	0,2	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	0,25	cm
HC 2. Descentramiento posterior	0,25	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	-110,15	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	2159	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	12954	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	13184	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	5567	N.m.
A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp)	81,45	Kp
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento	5108,544	N.m
Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal		
Esfuerzo transversal variable		
Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo		
HIELO		
Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) =	0,7	Kp/m
Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto)	3	Kp/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,4	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,9	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2.	36	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-4	m
Longitud ménsula 2 =	4	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:		
Peso debido al hielo en HC-1 =	246,96	N
Peso debido al hielo en HC-2 =	246,96	N
Peso debido al hielo en HC-3 =	246,96	N
Peso debido al hielo en HC-4 =	246,96	N
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 =	-345,744	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 =	469,224	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 =	0	N.m.
Peso del hielo en la ménsula 1 =	117,6	N

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	117,6	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	123,48	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España:
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	266,4	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	266,4	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1598,4	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1598,4	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	3196,8	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	8045	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	8168	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	3449	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente **659 N.m**

Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **1497,79 Kp**
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **93941,3888 N.m**

Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste = 94600,3888 N.m.

Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior = 39942 N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s

En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:

Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	115,2	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	115,2	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	461	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4578	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1933	N.m

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	34398,97	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	128931,91	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	133441,85	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	14524,82	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	24436,62	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	28427,43	N.m

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00008396	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,00002442	m4
Flecha poste inferior =	0,05	m
Flecha poste superior =	0,04	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,09	m
TIPO DE POSTE	5	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =

Cumple

Momento Total en la base del tubo superior=

Cumple

Flecha total (<1,5%)=

Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 8

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranvías así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	38	
Vano posterior =	38	
Vano medio =	38	m
Radio de curvatura =	500	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,4	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,9	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-4	m
Longitud ménsula 2 =	4	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	485,982	N
Peso HC-2 =	485,982	N
Peso HC-3 =	485,982	N
Peso HC-4 =	485,982	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-680,3748	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	923,3658	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	392	N
Peso ménsula 2 =	392	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	242,991	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	0,25	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	0,25	cm
HC 1. Descentramiento posterior	0,25	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	-113,94	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	0,25	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	0,25	cm
HC 2. Descentramiento posterior	0,25	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	-113,94	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	2233	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	13398	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	13641	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	5760	N.m

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **Kp**
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0** **N.m**

Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) = 0,7 Kp/m

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto) 3 Kp/m

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil = 2 Ud

Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil = 6 m

Distancia del eje del poste al hilo 1 = -1,4 m

Distancia del eje del poste al hilo 2 = 1,9 m

Distancia del eje del poste al hilo 3 = 0 m

Distancia del eje del poste al hilo 4 = 0 m

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 38 m

Número de ménsulas sobre poste = 2 Ud

Longitud ménsula 1 = -4 m

Longitud ménsula 2 = 4 m

Longitud ménsula 3 = 0 m

Longitud ménsula 4 = 0 m

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 = 260,68 N

Peso debido al hielo en HC-2 = 260,68 N

Peso debido al hielo en HC-3 = 260,68 N

Peso debido al hielo en HC-4 = 260,68 N

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 = -364,952 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 = 495,292 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 = 0 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 = 0 N.m.

Peso del hielo en la ménsula 1 = 117,6 N

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	117,6	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	130,34	N.m

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España:
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	281,2	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	281,2	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1687,2	N.m
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1687,2	N.m
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	3374,4	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	8222	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	8352	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	3526	N.m

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente **682 N.m** Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **Kp** Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0 N.m**

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste =	682	N.m
Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior =	288	N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo
En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:		
Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m
Esfuerzo en la ménsula 1 =	115,2	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	115,2	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	461	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4578	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1933	N.m

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	28590,89	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	6838	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	29397,23	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	12071,8	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	2670,98	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	12363,76	N.m

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionr el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00003781	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,0000132	m4
Flecha poste inferior =	0,02	m
Flecha poste superior =	0,01	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,03	m
TIPO DE POSTE	3	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior=	Cumple
Flecha total (<1,5%)=	Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 9

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranvías así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	38	
Vano posterior =	35	
Vano medio =	36,5	m
Radio de curvatura =	500	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,4	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,9	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-4	m
Longitud ménsula 2 =	4	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	466,7985	N
Peso HC-2 =	466,7985	N
Peso HC-3 =	466,7985	N
Peso HC-4 =	466,7985	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-653,5179	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	886,91715	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	392	N
Peso ménsula 2 =	392	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	233,39925	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	0,25	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	0,25	cm
HC 1. Descentramiento posterior	0,2	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	-110,15	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	0,25	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	0,25	cm
HC 2. Descentramiento posterior	0,2	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	-110,15	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	2159	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	12954	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	13187	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	5568	N.m.

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **Kp**
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0** **N.m.**
 Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) = 0,7 Kp/m

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto) 3 Kp/m

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,4	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,9	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 36,5 m

Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-4	m
Longitud ménsula 2 =	4	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 =	250,39	N
Peso debido al hielo en HC-2 =	250,39	N
Peso debido al hielo en HC-3 =	250,39	N
Peso debido al hielo en HC-4 =	250,39	N
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 =	-350,546	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 =	475,741	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 =	0	N.m.
Peso del hielo en la ménsula 1 =	117,6	N

Peso del hielo en la ménsula 2 =	117,6	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	125,195	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España:
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	270,1	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	270,1	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1620,6	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1620,6	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	3241,2	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	8089	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	8214	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	3468	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente **659 N.m** Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) Kp Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0 N.m**

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste =	659	N.m.
Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior =	278	N.m.

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo
En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s	29	m/s
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos: Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:		
Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	115,2	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	115,2	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	461	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4578	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1933	N.m.

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	27821,82	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	6808,1	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	28642,69	N.m ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	11746,8	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	2665,49	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	12045,42	N.m ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccioanr el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00003781	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,0000132	m4
Flecha poste inferior =	0,01	m
Flecha poste superior =	0,01	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,02	m
TIPO DE POSTE	3	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior=	Cumple
Flecha total (<1,5%)=	Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 10

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	35	
Vano posterior =	34	
Vano medio =	34,5	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	3	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	441,2205	N
Peso HC-2 =	441,2205	N
Peso HC-3 =	441,2205	N
Peso HC-4 =	441,2205	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-772,135875	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	772,135875	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	294	N
Peso ménsula 2 =	294	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	0	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	-0,37	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	0,2	cm
HC 1. Descentramiento posterior	-0,2	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	-42,08	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	-0,43	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	0,2	cm
HC 2. Descentramiento posterior	-0,2	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	-44,65	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	850	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	5100	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	5100	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	2153	N.m
A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp)		Kp
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento	0	N.m
Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal		
Esfuerzo transversal variable		
Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo		
HIELO		
Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) =	0,7	Kp/m
Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto)	3	Kp/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2.	34,5	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	3	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:		
Peso debido al hielo en HC-1 =	236,67	N
Peso debido al hielo en HC-2 =	236,67	N
Peso debido al hielo en HC-3 =	236,67	N
Peso debido al hielo en HC-4 =	236,67	N
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 =	-414,1725	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 =	414,1725	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 =	0	N.m.
Peso del hielo en la ménsula 1 =	88,2	N

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	0	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España:
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	255,3	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	255,3	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1531,8	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1531,8	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	3063,6	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	7911	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	7911	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	3340	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente

255 N.m

Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp)

Kp

Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento

0 N.m

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste = 255 N.m.

Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior = 108 N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s

En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:

Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	259	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4376	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1848	N.m.

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =

1,3

Coefficiente de seguridad de cargas variables =

1,3

Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =

16914,3 N.m

Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =

6020,3 N.m

Momento TOTAL en la base del poste =

17953,76 N.m

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =

7140,9 N.m

Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =

2461,68 N.m

Momento TOTAL en la base del tubo superior =

7553,3 N.m

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =

2,1E+11 Kg/cm2

Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =

0,00003781 m4

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =

0,0000132 m4

Flecha poste inferior =

0,01 m

Flecha poste superior =

0 m

Flecha total (< 1,5%) =

0,01 m

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

TIPO DE POSTE

3

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =

Cumple

Momento Total en la base del tubo superior =

Cumple

Flecha total (< 1,5%) =

Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 11

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	34	
Vano posterior =	42	
Vano medio =	38	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	3	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	485,982	N
Peso HC-2 =	485,982	N
Peso HC-3 =	485,982	N
Peso HC-4 =	485,982	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-850,4685	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	850,4685	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	294	N
Peso ménsula 2 =	294	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	0	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	0,2	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	-0,2	cm
HC 1. Descentramiento posterior	0,2	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	31,93	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	0,2	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	-0,2	cm
HC 2. Descentramiento posterior	0,2	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	31,93	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	626	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	3756	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	3756	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	1586	N.m
A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp)		Kp
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento	0	N.m
Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal		
Esfuerzo transversal variable		
Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo		
HIELO		
Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) =	0,7	Kp/m
Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto)	3	Kp/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2.	38	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	3	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:		
Peso debido al hielo en HC-1 =	260,68	N
Peso debido al hielo en HC-2 =	260,68	N
Peso debido al hielo en HC-3 =	260,68	N
Peso debido al hielo en HC-4 =	260,68	N
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 =	-456,19	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 =	456,19	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 =	0	N.m.
Peso del hielo en la ménsula 1 =	88,2	N

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	0	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España: 29 m/s
 En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
 Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	281,2	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	281,2	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1687,2	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1687,2	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	3374,4	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	8222	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	8222	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	3472	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente 188 N.m Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) Kp Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento 0 N.m

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste =	188	N.m.
Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior =	79	N.m.

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo
 En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO
 Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s 29 m/s
 En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:		
Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	259	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4376	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1848	N.m.

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	15571,4	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	5933,2	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	16663,47	N.m ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	6575,4	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	2445,76	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	7015,53	N.m ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00003781	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,0000132	m4
Flecha poste inferior =	0	m
Flecha poste superior =	0	m
Flecha total (< 1,5%) =	0	m
TIPO DE POSTE	3	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior =	Cumple
Flecha total (< 1,5%) =	Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 12

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranvías así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia prestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	42	
Vano posterior =	34	
Vano medio =	38	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	2	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	5,5	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	1	Ud
Longitud ménsula 1 =	7	m
Longitud ménsula 2 =	0	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	485,982	N
Peso HC-2 =	485,982	N
Peso HC-3 =	485,982	N
Peso HC-4 =	485,982	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	971,964	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	2672,901	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	686	N
Peso ménsula 2 =	0	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	2401	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	6045,865	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	-0,2	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	0,2	cm
HC 1. Descentramiento posterior	-0,2	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	-31,93	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	-0,2	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	0,2	cm
HC 2. Descentramiento posterior	-0,2	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	-31,93	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	626	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	3756	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	9802	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	4139	N.m

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **88,18 Kp**

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **5530,6496 N.m**

Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) = 0,7 Kp/m

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto) 3 Kp/m

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil = 2 Ud

Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil = 6 m

Distancia del eje del poste al hilo 1 = 2 m

Distancia del eje del poste al hilo 2 = 5,5 m

Distancia del eje del poste al hilo 3 = 0 m

Distancia del eje del poste al hilo 4 = 0 m

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 38 m

Número de ménsulas sobre poste = 1 Ud

Longitud ménsula 1 = 7 m

Longitud ménsula 2 = 0 m

Longitud ménsula 3 = 0 m

Longitud ménsula 4 = 0 m

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 = 260,68 N

Peso debido al hielo en HC-2 = 260,68 N

Peso debido al hielo en HC-3 = 260,68 N

Peso debido al hielo en HC-4 = 260,68 N

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 = 521,36 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 = 1433,74 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 = 0 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 = 0 N.m.

Peso del hielo en la ménsula 1 = 205,8 N

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	720,3	N.m
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	2675,4	N.m

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España:
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	281,2	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	281,2	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1687,2	N.m
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1687,2	N.m
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	3374,4	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	8222	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	10897	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	4601	N.m

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente **490 N.m**

Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **1497,41 Kp**
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **93917,5552 N.m**

Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste = 94407,5552 N.m

Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior = 39861 N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s

En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:

Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m
Esfuerzo en la ménsula 1 =	201,61	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	706	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4823	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	2036	N.m

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	34098,37	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	128999,72	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	133430,23	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	14397,71	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	24526,06	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	28439,79	N.m

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00008396	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,00002442	m4
Flecha poste inferior =	0,05	m
Flecha poste superior =	0,04	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,09	m
TIPO DE POSTE	5	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =

Cumple

Momento Total en la base del tubo superior=

Cumple

Flecha total (<1,5%)=

Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 13

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas

Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos

Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".

La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas

La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.

Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante

La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	34	
Vano posterior =	31	
Vano medio =	32,5	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	3	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	415,6425	N
Peso HC-2 =	415,6425	N
Peso HC-3 =	415,6425	N
Peso HC-4 =	415,6425	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-727,374375	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	727,374375	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	294	N
Peso ménsula 2 =	294	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	0	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	0,2	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	-0,2	cm
HC 1. Descentramiento posterior	0,2	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	37,00	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	0,2	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	-0,2	cm
HC 2. Descentramiento posterior	0,2	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	37,00	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	725	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	4350	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	4350	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	1837	N.m

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **84,52 Kp**

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **5301,0944 N.m**

Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) = 0,7 Kp/m

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto) 3 Kp/m

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil = 2 Ud

Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil = 6 m

Distancia del eje del poste al hilo 1 = -1,75 m

Distancia del eje del poste al hilo 2 = 1,75 m

Distancia del eje del poste al hilo 3 = 0 m

Distancia del eje del poste al hilo 4 = 0 m

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 32,5 m

Número de ménsulas sobre poste = 2 Ud

Longitud ménsula 1 = -3 m

Longitud ménsula 2 = 3 m

Longitud ménsula 3 = 0 m

Longitud ménsula 4 = 0 m

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 = 222,95 N

Peso debido al hielo en HC-2 = 222,95 N

Peso debido al hielo en HC-3 = 222,95 N

Peso debido al hielo en HC-4 = 222,95 N

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 = -390,1625 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 = 390,1625 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 = 0 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 = 0 N.m.

Peso del hielo en la ménsula 1 = 88,2 N

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.

Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.

Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	0	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España:
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	240,5	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	240,5	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1443	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1443	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	2886	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	7734	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	7734	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	3265	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente

Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp)	1497,62	Kp
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento	93930,7264	N.m

Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste = 94148,7264 N.m.

Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior = 39752 N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:

Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	259	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4376	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1848	N.m

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	22600,62	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	128082,14	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	130060,84	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	9542,31	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	24221,83	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	26033,68	N.m

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00008396	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,00002442	m4
Flecha poste inferior =	0,05	m
Flecha poste superior =	0,04	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,09	m
TIPO DE POSTE	5	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =

Cumple

Momento Total en la base del tubo superior=

Cumple

Flecha total (<1,5%)=

Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 14

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	31	
Vano posterior =	33	
Vano medio =	32	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	3	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	409,248	N
Peso HC-2 =	409,248	N
Peso HC-3 =	409,248	N
Peso HC-4 =	409,248	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-716,184	N.m
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	716,184	N.m
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m
Peso ménsula 1 =	294	N
Peso ménsula 2 =	294	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m
Momento total en la base del poste debido al peso =	0	N.m
HC 1. Descentramiento anterior	-0,2	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	0,2	cm
HC 1. Descentramiento posterior	-0,2	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	-37,54	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	-0,2	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	0,2	cm
HC 2. Descentramiento posterior	-0,2	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	-37,54	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	736	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	4416	N.m
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	4416	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	1865	N.m
A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp)	-84,52	Kp
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento	-5301,0944	N.m
Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal		
Esfuerzo transversal variable		
Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo		
HIELO		
Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) =	0,7	Kp/m
Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto)	3	Kp/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2.	32	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	3	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:		
Peso debido al hielo en HC-1 =	219,52	N
Peso debido al hielo en HC-2 =	219,52	N
Peso debido al hielo en HC-3 =	219,52	N
Peso debido al hielo en HC-4 =	219,52	N
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 =	-384,16	N.m
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 =	384,16	N.m
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 =	0	N.m
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 =	0	N.m
Peso del hielo en la ménsula 1 =	88,2	N

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	0	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España:
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	236,8	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	236,8	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1420,8	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1420,8	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	2841,6	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	7689	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	7689	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	3246	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente

Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp)	1497,62	Kp
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento	93930,7264	N.m

Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste = 94151,7264 N.m.

Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior = 39753 N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s

En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:

Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	259	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4376	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1848	N.m

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	22627,92	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	128086,04	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	130069,43	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	3734,59	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	24222,38	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	24508,59	N.m

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00008396	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,00002442	m4
Flecha poste inferior =	0,05	m
Flecha poste superior =	0,04	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,09	m
TIPO DE POSTE	5	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =

Cumple

Momento Total en la base del tubo superior=

Cumple

Flecha total (<1,5%)=

Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 15

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia prestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	45	
Vano posterior =	39	
Vano medio =	42	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	3	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	537,138	N
Peso HC-2 =	537,138	N
Peso HC-3 =	537,138	N
Peso HC-4 =	537,138	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-939,9915	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	939,9915	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	294	N
Peso ménsula 2 =	294	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	0	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	0,2	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	-0,2	cm
HC 1. Descentramiento posterior	0,2	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	32,14	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	0,2	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	-0,2	cm
HC 2. Descentramiento posterior	0,2	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	32,14	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	630	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	3780	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	3780	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	1596	N.m
A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp)	79,55	Kp
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento	4989,376	N.m
Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal		
Esfuerzo transversal variable		
Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo		
HIELO		
Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) =	0,7	Kp/m
Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto)	3	Kp/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2.	42	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	3	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:		
Peso debido al hielo en HC-1 =	288,12	N
Peso debido al hielo en HC-2 =	288,12	N
Peso debido al hielo en HC-3 =	288,12	N
Peso debido al hielo en HC-4 =	288,12	N
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 =	-504,21	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 =	504,21	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 =	0	N.m.
Peso del hielo en la ménsula 1 =	88,2	N

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	0	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España:
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	310,8	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	310,8	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1864,8	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1864,8	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	3729,6	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	8577	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	8577	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	3621	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente **189 N.m**

Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **1497,89 Kp**
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **93947,6608 N.m**

Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste = 94136,6608 N.m.

Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior = 39747 N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s

En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:

Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	259	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4376	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1848	N.m.

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	22550,29 N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	128066,46 N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	130036,66 N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	9520,71 N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	24219,09 N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	26023,22 N.m

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00008396	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,00002442	m4
Flecha poste inferior =	0,05	m
Flecha poste superior =	0,04	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,09	m
TIPO DE POSTE	5	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =

Cumple

Momento Total en la base del tubo superior=

Cumple

Flecha total (<1,5%)=

Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 16

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas

Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos

Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".

La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas

La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.

Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante

La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	43	
Vano posterior =	34	
Vano medio =	38,5	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	3	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	492,3765	N
Peso HC-2 =	492,3765	N
Peso HC-3 =	492,3765	N
Peso HC-4 =	492,3765	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-861,658875	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	861,658875	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	294	N
Peso ménsula 2 =	294	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	0	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	-0,2	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	0,2	cm
HC 1. Descentramiento posterior	-0,2	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	-31,60	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	-0,2	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	0,2	cm
HC 2. Descentramiento posterior	-0,2	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	-31,60	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	619	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	3714	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	3714	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	1568	N.m

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores. Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **Kp**

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0** **N.m**

Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) = 0,7 Kp/m

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto) 3 Kp/m

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil = 2 Ud

Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil = 6 m

Distancia del eje del poste al hilo 1 = -1,75 m

Distancia del eje del poste al hilo 2 = 1,75 m

Distancia del eje del poste al hilo 3 = 0 m

Distancia del eje del poste al hilo 4 = 0 m

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 38,5 m

Número de ménsulas sobre poste = 2 Ud

Longitud ménsula 1 = -3 m

Longitud ménsula 2 = 3 m

Longitud ménsula 3 = 0 m

Longitud ménsula 4 = 0 m

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 = 264,11 N

Peso debido al hielo en HC-2 = 264,11 N

Peso debido al hielo en HC-3 = 264,11 N

Peso debido al hielo en HC-4 = 264,11 N

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 = -462,1925 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 = 462,1925 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 = 0 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 = 0 N.m.

Peso del hielo en la ménsula 1 = 88,2 N

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	0	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España:
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	284,9	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	284,9	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1709,4	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1709,4	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	3418,8	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	8267	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	8267	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	3491	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente **186 N.m** Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) Kp Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0 N.m**

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste =	186	N.m.
Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior =	79	N.m.

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo
En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:		
Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	259	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4376	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1848	N.m.

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	15575,3	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	5930,6	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	16666,19	N.m ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	6576,7	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	2445,76	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	7016,75	N.m ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionr el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00003781	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,0000132	m4
Flecha poste inferior =	0	m
Flecha poste superior =	0	m
Flecha total (< 1,5%) =	0	m
TIPO DE POSTE	3	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior=	Cumple
Flecha total (<1,5%)=	Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 17

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	34	
Vano posterior =	30	
Vano medio =	32	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	3	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	409,248	N
Peso HC-2 =	409,248	N
Peso HC-3 =	409,248	N
Peso HC-4 =	409,248	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-716,184	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	716,184	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	294	N
Peso ménsula 2 =	294	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	0	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	0,2	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	-0,2	cm
HC 1. Descentramiento posterior	0,2	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	37,65	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	0,2	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	-0,2	cm
HC 2. Descentramiento posterior	0,2	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	37,65	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	738	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	4428	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	4428	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	1870	N.m.

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **Kp**
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0** **N.m.**
 Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) = 0,7 Kp/m

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto) = 3 Kp/m

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil = 2 Ud

Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil = 6 m

Distancia del eje del poste al hilo 1 = -1,75 m

Distancia del eje del poste al hilo 2 = 1,75 m

Distancia del eje del poste al hilo 3 = 0 m

Distancia del eje del poste al hilo 4 = 0 m

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 32 m

Número de ménsulas sobre poste = 2 Ud

Longitud ménsula 1 = -3 m

Longitud ménsula 2 = 3 m

Longitud ménsula 3 = 0 m

Longitud ménsula 4 = 0 m

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 = 219,52 N

Peso debido al hielo en HC-2 = 219,52 N

Peso debido al hielo en HC-3 = 219,52 N

Peso debido al hielo en HC-4 = 219,52 N

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 = -384,16 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 = 384,16 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 = 0 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 = 0 N.m.

Peso del hielo en la ménsula 1 = 88,2 N

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	0	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España:
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	236,8	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	236,8	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1420,8	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1420,8	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	2841,6	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	7689	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	7689	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	3246	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente **221 N.m** Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) Kp Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0 N.m**

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste =	221	N.m.
Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior =	93	N.m.

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo
En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:		
Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	259	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4376	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1848	N.m.

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	15752,1	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	5976,1	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	16847,62	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	6650,8	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	2453,45	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	7088,9	N.m

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccioanr el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2	
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00003781	m4	Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,0000132	m4	
Flecha poste inferior =	0,01	m	
Flecha poste superior =	0	m	
Flecha total (< 1,5%) =	0,01	m	Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste
TIPO DE POSTE	3		

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior=	Cumple
Flecha total (<1,5%)=	Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 18

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas

Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos

Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".

La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas

La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.

Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante

La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	30	
Vano posterior =	26	
Vano medio =	28	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	3	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	358,092	N
Peso HC-2 =	358,092	N
Peso HC-3 =	358,092	N
Peso HC-4 =	358,092	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-626,661	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	626,661	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	294	N
Peso ménsula 2 =	294	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	0	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	0,2	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	-0,2	cm
HC 1. Descentramiento posterior	0,2	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	-10,00	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	0,2	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	-0,2	cm
HC 2. Descentramiento posterior	0,2	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	-10,00	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	196	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	1176	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	1176	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	497	N.m
A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp)		Kp
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento	0	N.m
Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal		
Esfuerzo transversal variable		
Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo		
HIELO		
Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) =	0,7	Kp/m
Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto)	3	Kp/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2.	28	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	3	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:		
Peso debido al hielo en HC-1 =	192,08	N
Peso debido al hielo en HC-2 =	192,08	N
Peso debido al hielo en HC-3 =	192,08	N
Peso debido al hielo en HC-4 =	192,08	N
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 =	-336,14	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 =	336,14	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 =	0	N.m.
Peso del hielo en la ménsula 1 =	88,2	N

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores. Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	0	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España:
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	207,2	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	207,2	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1243,2	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1243,2	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	2486,4	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	7334	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	7334	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	3097	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente **59 N.m** Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **Kp** Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0 N.m**

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste =	59	N.m.
Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior =	25	N.m.

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo
En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:		
Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	259	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4376	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1848	N.m.

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	11063	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	5765,5	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	12475,21	N.m ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	4672,2	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	2416,12	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	5259,95	N.m ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00003781	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,0000132	m4
Flecha poste inferior =	0	m
Flecha poste superior =	0	m
Flecha total (< 1,5%) =	0	m
TIPO DE POSTE	3	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior =	Cumple
Flecha total (<1,5%) =	Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 19

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia prestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	26	
Vano posterior =	21	
Vano medio =	23,5	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,85	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,85	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-4	m
Longitud ménsula 2 =	4	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	300,5415	N
Peso HC-2 =	300,5415	N
Peso HC-3 =	300,5415	N
Peso HC-4 =	300,5415	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-556,001775	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	556,001775	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	392	N
Peso ménsula 2 =	392	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	0	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	-0,2	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	0,2	cm
HC 1. Descentramiento posterior	-1,95	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	-176,65	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	-0,2	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	0,2	cm
HC 2. Descentramiento posterior	-1,75	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	-162,36	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	3322	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	19932	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	19932	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	8416	N.m

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **Kp**
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0** **N.m**
 Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) = 0,7 Kp/m

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto) = 3 Kp/m

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,85	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,85	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 23,5 m

Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-4	m
Longitud ménsula 2 =	4	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 =	161,21	N
Peso debido al hielo en HC-2 =	161,21	N
Peso debido al hielo en HC-3 =	161,21	N
Peso debido al hielo en HC-4 =	161,21	N
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 =	-298,2385	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 =	298,2385	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 =	0	N.m.
Peso del hielo en la ménsula 1 =	117,6	N

Peso del hielo en la ménsula 2 =	117,6	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	0	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España:
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	173,9	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	173,9	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1043,4	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1043,4	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	2086,8	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	6935	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	6935	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	2928	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente **997 N.m**

Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **Kp**
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0 N.m**

Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste = 997 N.m.
Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior = 421 N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo
En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:		
Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	115,2	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	115,2	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	461	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4578	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1933	N.m

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	34927,1	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	7247,5	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	35671,12	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	14747,2	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	2743,98	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	15000,31	N.m

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00003781	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,0000132	m4
Flecha poste inferior =	0,02	m
Flecha poste superior =	0,01	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,03	m
TIPO DE POSTE	3	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior =	Cumple
Flecha total (<1,5%) =	Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 20

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	21	
Vano posterior =	21	
Vano medio =	21	m
Radio de curvatura =	150	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,85	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,85	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-4	m
Longitud ménsula 2 =	4	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	268,569	N
Peso HC-2 =	268,569	N
Peso HC-3 =	268,569	N
Peso HC-4 =	268,569	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-496,85265	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	496,85265	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	392	N
Peso ménsula 2 =	392	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	0	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	0,2	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	0,25	cm
HC 1. Descentramiento posterior	0,25	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	-194,19	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	0,2	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	0,25	cm
HC 2. Descentramiento posterior	0,25	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	-213,22	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	3993	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	23958	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	23958	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	10116	N.m
A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp)		Kp
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento	0	N.m
Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal		
Esfuerzo transversal variable		
Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo		
HIELO		
Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) =	0,7	Kp/m
Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto)	3	Kp/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,85	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,85	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2.	21	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-4	m
Longitud ménsula 2 =	4	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:		
Peso debido al hielo en HC-1 =	144,06	N
Peso debido al hielo en HC-2 =	144,06	N
Peso debido al hielo en HC-3 =	144,06	N
Peso debido al hielo en HC-4 =	144,06	N
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 =	-266,511	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 =	266,511	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 =	0	N.m.
Peso del hielo en la ménsula 1 =	117,6	N

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	117,6	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	0	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España:
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	155,4	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	155,4	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	932,4	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	932,4	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	1864,8	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	6713	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	6713	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	2834	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente **1198 N.m**

Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp)

Kp

Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento

0 N.m

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste = 1198 N.m.

Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior = 506 N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s

En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:		
Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	115,2	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	115,2	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	461	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4578	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1933	N.m

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	39872,3	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	7508,8	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	40573,17	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	16835	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	2790,64	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	17064,73	N.m

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00003781	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,0000132	m4
Flecha poste inferior =	0,03	m
Flecha poste superior =	0,02	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,05	m
TIPO DE POSTE	3	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =

Cumple

Momento Total en la base del tubo superior=

Cumple

Flecha total (<1,5%)=

Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 21

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	21	
Vano posterior =	21	
Vano medio =	21	m
Radio de curvatura =	150	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-2,1	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	2,1	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-4	m
Longitud ménsula 2 =	4	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	268,569	N
Peso HC-2 =	268,569	N
Peso HC-3 =	268,569	N
Peso HC-4 =	268,569	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-563,9949	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	563,9949	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	392	N
Peso ménsula 2 =	392	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	0	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	0,2	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	0,25	cm
HC 1. Descentramiento posterior	0,25	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	-190,62	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	0,2	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	0,25	cm
HC 2. Descentramiento posterior	0,25	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	-209,65	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	3923	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	23538	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	23538	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	9938	N.m.
A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp)		Kp
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento	0	N.m.
Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal		
Esfuerzo transversal variable		
Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo		
HIELO		
Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) =	0,7	Kp/m
Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto)	3	Kp/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-2,1	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	2,1	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2.	21	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-4	m
Longitud ménsula 2 =	4	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:		
Peso debido al hielo en HC-1 =	144,06	N
Peso debido al hielo en HC-2 =	144,06	N
Peso debido al hielo en HC-3 =	144,06	N
Peso debido al hielo en HC-4 =	144,06	N
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 =	-302,526	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 =	302,526	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 =	0	N.m.
Peso del hielo en la ménsula 1 =	117,6	N

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	117,6	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	0	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España:
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	155,4	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	155,4	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	932,4	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	932,4	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	1864,8	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	6713	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	6713	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	2834	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente **1177 N.m** Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) Kp Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0 N.m**

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste =	1177	N.m.
Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior =	497	N.m.

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo
En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:		
Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	115,2	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	115,2	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	461	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4578	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1933	N.m.

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	39326,3	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	7481,5	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	40031,62	N.m ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	16603,6	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	2785,7	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	16835,67	N.m ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionr el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2	
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00003781	m4	Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,0000132	m4	
Flecha poste inferior =	0,03	m	
Flecha poste superior =	0,02	m	
Flecha total (< 1,5%) =	0,05	m	Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste
TIPO DE POSTE	3		

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior=	Cumple
Flecha total (<1,5%)=	Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 22

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	21	
Vano posterior =	29	
Vano medio =	25	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-2	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	2	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-4	m
Longitud ménsula 2 =	4	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	319,725	N
Peso HC-2 =	319,725	N
Peso HC-3 =	319,725	N
Peso HC-4 =	319,725	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-639,45	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	639,45	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	392	N
Peso ménsula 2 =	392	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	0	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	0,25	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	0,25	cm
HC 1. Descentramiento posterior	0	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	-217,49	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	0,25	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	0,25	cm
HC 2. Descentramiento posterior	0	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	-188,92	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	3983	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	23898	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	23898	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	10090	N.m.
A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp)	-103,33	Kp
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento	-6480,8576	N.m
Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal		
Esfuerzo transversal variable		
Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo		
HIELO		
Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) =	0,7	Kp/m
Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto)	3	Kp/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-2	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	2	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2.	25	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-4	m
Longitud ménsula 2 =	4	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:		
Peso debido al hielo en HC-1 =	171,5	N
Peso debido al hielo en HC-2 =	171,5	N
Peso debido al hielo en HC-3 =	171,5	N
Peso debido al hielo en HC-4 =	171,5	N
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 =	-343	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 =	343	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 =	0	N.m.
Peso del hielo en la ménsula 1 =	117,6	N

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	117,6	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	0	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España:
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	185	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	185	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1110	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1110	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	2220	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	7068	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	7068	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	2984	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente **1195 N.m**

Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **1496,44 Kp**
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **93856,7168 N.m**

Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste = 95051,7168 N.m.

Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior = 40133 N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s **29 m/s**

En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:

Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	115,2	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	115,2	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	461	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4578	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1933	N.m.

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	48680,91	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	129518,63	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	138365,12	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	13438,93	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	24541,46	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	27980,14	N.m

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00008396	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,0002442	m4
Flecha poste inferior =	0,05	m
Flecha poste superior =	0,04	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,09	m
TIPO DE POSTE	5	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =

Cumple

Momento Total en la base del tubo superior=

Cumple

Flecha total (<1,5%)=

Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 23

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	29	
Vano posterior =	26	
Vano medio =	27,5	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	3	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,8	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	-1,8	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	1,8	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	3	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	-3	m
Longitud ménsula 3 =	3	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	351,6975	N
Peso HC-2 =	351,6975	N
Peso HC-3 =	351,6975	N
Peso HC-4 =	351,6975	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-633,0555	N.m
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	-633,0555	N.m
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	633,0555	N.m
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m
Peso ménsula 1 =	294	N
Peso ménsula 2 =	294	N
Peso ménsula 3 =	294	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	-441	N.m
Momento total en la base del poste debido al peso =	-1074,0555	N.m
HC 1. Descentramiento anterior	0	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 1. Descentramiento posterior	0	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	42,57	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	160	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	0	cm
HC 2. Descentramiento posterior	20	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	94,30	Kp
HC 3. Descentramiento anterior	0	cm
HC 3. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 3. Descentramiento posterior	20	cm
Esfuerzo radial HC 3 =	28,25	Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	1618	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	9708	N.m
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	10782	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	4552	N.m

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **103,59 Kp**

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **6497,1648 N.m**

Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) = 0,7 Kp/m

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto) 3 Kp/m

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil = 3 Ud

Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil = 6 m

Distancia del eje del poste al hilo 1 = -1,8 m

Distancia del eje del poste al hilo 2 = -1,8 m

Distancia del eje del poste al hilo 3 = 1,8 m

Distancia del eje del poste al hilo 4 = 0 m

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 27,5 m

Número de ménsulas sobre poste = 3 Ud

Longitud ménsula 1 = -3 m

Longitud ménsula 2 = -3 m

Longitud ménsula 3 = 3 m

Longitud ménsula 4 = 0 m

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de

hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 = 188,65 N

Peso debido al hielo en HC-2 = 188,65 N

Peso debido al hielo en HC-3 = 188,65 N

Peso debido al hielo en HC-4 = 188,65 N

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 = -339,57 N.m

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 = -339,57 N.m

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 = 339,57 N.m

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 = 0 N.m

Peso del hielo en la ménsula 1 = 88,2 N

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	-132,3	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	-471,87	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España:
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	203,5	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	203,5	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	203,5	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1221	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1221	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	1221	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	3663	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	8511	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	8983	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	3793	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente **539 N.m**

Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **1496,42 Kp**
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **93855,4624 N.m**

Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste = 94394,4624 N.m.

Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior = 39855 N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s

En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:

Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	389	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4506	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1903	N.m

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	34140,89	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	128570,6	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	133026,31	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	14414,72	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	24349,87	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	28296,65	N.m

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00008396	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,00002442	m4
Flecha poste inferior =	0,05	m
Flecha poste superior =	0,04	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,09	m
TIPO DE POSTE	5	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =

Cumple

Momento Total en la base del tubo superior=

Cumple

Flecha total (<1,5%)=

Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 24

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	26	
Vano posterior =	26	
Vano medio =	26	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	4	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,8	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	-1,8	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	1,8	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	1,8	m
Número de ménsulas sobre poste =	4	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	-3	m
Longitud ménsula 3 =	3	m
Longitud ménsula 4 =	3	m
Peso HC-1 =	332,514	N
Peso HC-2 =	332,514	N
Peso HC-3 =	332,514	N
Peso HC-4 =	332,514	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-598,5252	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	-598,5252	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	598,5252	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	598,5252	N.m.
Peso ménsula 1 =	294	N
Peso ménsula 2 =	294	N
Peso ménsula 3 =	294	N
Peso ménsula 4 =	294	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	0	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	-20	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	0	cm
HC 1. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	-23,08	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	0	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 2. Descentramiento posterior	0	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	-23,08	Kp
HC 3. Descentramiento anterior	-20	cm
HC 3. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 3. Descentramiento posterior	0	cm
Esfuerzo radial HC 3 =	-34,62	Kp
HC 4. Descentramiento anterior	-180	cm
HC 4. Descentramiento en el perfil	0	cm
HC 4. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 4 =	-115,38	Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	1922	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	11532	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	11532	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	4869	N.m.

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **Kp**
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0** **N.m.**

Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) = 0,7 Kp/m

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto) = 3 Kp/m

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil = 4 Ud

Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil = 6 m

Distancia del eje del poste al hilo 1 = -1,8 m

Distancia del eje del poste al hilo 2 = -1,8 m

Distancia del eje del poste al hilo 3 = 1,8 m

Distancia del eje del poste al hilo 4 = 1,8 m

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 26 m

Número de ménsulas sobre poste = 4 Ud

Longitud ménsula 1 = -3 m

Longitud ménsula 2 = -3 m

Longitud ménsula 3 = 3 m

Longitud ménsula 4 = 3 m

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de

hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 = 178,36 N

Peso debido al hielo en HC-2 = 178,36 N

Peso debido al hielo en HC-3 = 178,36 N

Peso debido al hielo en HC-4 = 178,36 N

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 = -321,048 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 = -321,048 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 = 321,048 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 = 321,048 N.m.

Peso del hielo en la ménsula 1 = 88,2 N

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	88,2	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	0	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España:
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	192,4	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	192,4	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	192,4	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	192,4	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1154,4	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1154,4	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	1154,4	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	1154,4	N.m.
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	4617,6	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	9465	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	9465	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	3996	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente **577 N.m** Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) Kp Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0 N.m**

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste =	577	N.m.
Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior =	244	N.m.

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo
En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:		
Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	86,4	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	518	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4635	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1957	N.m.

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	27296,1	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	6775,6	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	28124,47	N.m ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	11524,5	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	2678,03	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	11831,57	N.m ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00003781	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,0000132	m4
Flecha poste inferior =	0,01	m
Flecha poste superior =	0,01	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,02	m
TIPO DE POSTE	3	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior =	Cumple
Flecha total (<1,5%) =	Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 25

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranvías así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	26	
Vano posterior =	27	
Vano medio =	26,5	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	4	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,8	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	-1,8	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	1,8	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	1,8	m
Número de ménsulas sobre poste =	4	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	-3	m
Longitud ménsula 3 =	3	m
Longitud ménsula 4 =	3	m
Peso HC-1 =	338,9085	N
Peso HC-2 =	338,9085	N
Peso HC-3 =	338,9085	N
Peso HC-4 =	338,9085	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-610,0353	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	-610,0353	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	610,0353	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	610,0353	N.m.
Peso ménsula 1 =	294	N
Peso ménsula 2 =	294	N
Peso ménsula 3 =	294	N
Peso ménsula 4 =	294	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	0	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	0	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 1. Descentramiento posterior	185	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	125,43	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	20	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	0	cm
HC 2. Descentramiento posterior	20	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	22,65	Kp
HC 3. Descentramiento anterior	0	cm
HC 3. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 3. Descentramiento posterior	0	cm
Esfuerzo radial HC 3 =	22,65	Kp
HC 4. Descentramiento anterior	20	cm
HC 4. Descentramiento en el perfil	0	cm
HC 4. Descentramiento posterior	20	cm
Esfuerzo radial HC 4 =	22,65	Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	1895	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	11370	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	11370	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	4801	N.m.
A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp)		Kp
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento	0	N.m.
Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal		
Esfuerzo transversal variable		
Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo		
HIELO		
Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) =	0,7	Kp/m
Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto)	3	Kp/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	4	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,8	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	-1,8	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	1,8	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	1,8	m
Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2.	26,5	m
Número de ménsulas sobre poste =	4	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	-3	m
Longitud ménsula 3 =	3	m
Longitud ménsula 4 =	3	m
Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:		
Peso debido al hielo en HC-1 =	181,79	N
Peso debido al hielo en HC-2 =	181,79	N
Peso debido al hielo en HC-3 =	181,79	N
Peso debido al hielo en HC-4 =	181,79	N
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 =	-327,222	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 =	-327,222	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 =	327,222	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 =	327,222	N.m.
Peso del hielo en la ménsula 1 =	88,2	N

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	88,2	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	0	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España:	29	m/s
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:		
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233		

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	196,1	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	196,1	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	196,1	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	196,1	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1176,6	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1176,6	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	1176,6	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	1176,6	N.m.
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	4706,4	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	9554	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	9554	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	4034	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente	569	N.m	Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo
---	-----	-----	--

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp)		Kp	Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento	0	N.m	

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste =	569	N.m.
Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior =	240	N.m.

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo
En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s	29	m/s
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:		

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:		
Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	86,4	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	518	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4635	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1957	N.m.

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3		
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3		
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	27201,2	N.m	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	6765,2	N.m	
Momento TOTAL en la base del poste =	28029,86	N.m	ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	11485,5	N.m	
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	2675,83	N.m	
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	11793,08	N.m	ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2	
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00003781	m4	Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,0000132	m4	
Flecha poste inferior =	0,01	m	
Flecha poste superior =	0,01	m	
Flecha total (< 1,5%) =	0,02	m	Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste
TIPO DE POSTE	3		

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior =	Cumple
Flecha total (<1,5%) =	Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 26

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	27	
Vano posterior =	32	
Vano medio =	29,5	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	3	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,8	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,8	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	1,8	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	3	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	3	m
Longitud ménsula 3 =	3	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	377,2755	N
Peso HC-2 =	377,2755	N
Peso HC-3 =	377,2755	N
Peso HC-4 =	377,2755	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-679,0959	N.m
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	679,0959	N.m
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	679,0959	N.m
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m
Peso ménsula 1 =	294	N
Peso ménsula 2 =	294	N
Peso ménsula 3 =	294	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	441	N.m
Momento total en la base del poste debido al peso =	1120,0959	N.m
HC 1. Descentramiento anterior	0	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 1. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	-29,86	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	-20	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	0	cm
HC 2. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	-20,49	Kp
HC 3. Descentramiento anterior	0	cm
HC 3. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 3. Descentramiento posterior	-180	cm
Esfuerzo radial HC 3 =	-104,86	Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	1521	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	9126	N.m
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	10246	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	4326	N.m
A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp)	-110,9	Kp
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento	-6955,648	N.m
Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal		
Esfuerzo transversal variable		
Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo		
HIELO		
Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) =	0,7	Kp/m
Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto)	3	Kp/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	3	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,8	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,8	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	1,8	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2.	29,5	m
Número de ménsulas sobre poste =	3	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	3	m
Longitud ménsula 3 =	3	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:		
Peso debido al hielo en HC-1 =	202,37	N
Peso debido al hielo en HC-2 =	202,37	N
Peso debido al hielo en HC-3 =	202,37	N
Peso debido al hielo en HC-4 =	202,37	N
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 =	-364,266	N.m
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 =	364,266	N.m
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 =	364,266	N.m
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 =	0	N.m
Peso del hielo en la ménsula 1 =	88,2	N

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	132,3	N.m
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	496,566	N.m

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España: 29 m/s
 En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
 Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	218,3	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	218,3	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	218,3	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1309,8	N.m
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1309,8	N.m
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	1309,8	N.m
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	N.m
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	3929,4	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	8777	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	9274	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	3916	N.m

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente 512 N.m

Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) 1495,69471 Kp
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento 93809,9723 N.m

Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste = 94321,9723 N.m
Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior = 39825 N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo
 En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO
 Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s 29 m/s
 En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:		
Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m
Esfuerzo en la ménsula 1 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	389	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4506	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1903	N.m

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	34418,47	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	128476,36	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	133006,79	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	6896,72	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	24333,4	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	25291,88	N.m

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00008396	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,00002442	m4
Flecha poste inferior =	0,05	m
Flecha poste superior =	0,04	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,09	m
TIPO DE POSTE	5	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior =	Cumple
Flecha total (<1,5%) =	Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 27

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia prestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	32	
Vano posterior =	40	
Vano medio =	36	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,8	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,8	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	3	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	460,404	N
Peso HC-2 =	460,404	N
Peso HC-3 =	460,404	N
Peso HC-4 =	460,404	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-828,7272	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	828,7272	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	294	N
Peso ménsula 2 =	294	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	0	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	20	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 1. Descentramiento posterior	0	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	26,25	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	0	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 2. Descentramiento posterior	0	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	16,88	Kp
HC 3. Descentramiento anterior	0	cm
HC 3. Descentramiento en el perfil	0	cm
HC 3. Descentramiento posterior	0	cm
Esfuerzo radial HC 3 =	0	Kp
HC 4. Descentramiento anterior	0	cm
HC 4. Descentramiento en el perfil	0	cm
HC 4. Descentramiento posterior	0	cm
Esfuerzo radial HC 4 =	0	Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	423	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	2538	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	2538	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	1072	N.m.
A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp)	93,66	Kp
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento	5874,3552	N.m
Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal		
Esfuerzo transversal variable		
Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo		
HIELO		
Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) =	0,7	Kp/m
Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto)	3	Kp/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,8	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,8	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2.	36	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	3	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:		
Peso debido al hielo en HC-1 =	246,96	N
Peso debido al hielo en HC-2 =	246,96	N
Peso debido al hielo en HC-3 =	246,96	N
Peso debido al hielo en HC-4 =	246,96	N
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 =	-444,528	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 =	444,528	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 =	0	N.m.
Peso del hielo en la ménsula 1 =	88,2	N

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	0	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España:
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	266,4	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	266,4	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1598,4	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1598,4	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	3196,8	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	8045	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	8045	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	3397	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente **127 N.m**

Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **1497,07 Kp**
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **93896,2304 N.m**

Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste = 94023,2304 N.m.

Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior = 39699 N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s

En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:

Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	259	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4376	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1848	N.m

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	21394,56	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	127919	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	129695,79	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	9034,07	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	24192,74	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	25824,47	N.m

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00008396	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,00002442	m4
Flecha poste inferior =	0,05	m
Flecha poste superior =	0,04	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,09	m
TIPO DE POSTE	5	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =

Cumple

Momento Total en la base del tubo superior=

Cumple

Flecha total (<1,5%)=

Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 28

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas

Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos

Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".

La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas

La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.

Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante

La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	40	
Vano posterior =	42	
Vano medio =	41	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,8	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,8	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	3	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	524,349	N
Peso HC-2 =	524,349	N
Peso HC-3 =	524,349	N
Peso HC-4 =	524,349	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-943,8282	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	943,8282	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	294	N
Peso ménsula 2 =	294	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	0	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	-20	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	0	cm
HC 1. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	-14,64	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	-20	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	0	cm
HC 2. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	-14,64	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	287	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	1722	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	1722	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	727	N.m

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores. Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **Kp**

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0 N.m**

Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) = 0,7 Kp/m

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto) 3 Kp/m

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil = 2 Ud

Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil = 6 m

Distancia del eje del poste al hilo 1 = -1,8 m

Distancia del eje del poste al hilo 2 = 1,8 m

Distancia del eje del poste al hilo 3 = 0 m

Distancia del eje del poste al hilo 4 = 0 m

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 41 m

Número de ménsulas sobre poste = 2 Ud

Longitud ménsula 1 = -3 m

Longitud ménsula 2 = 3 m

Longitud ménsula 3 = 0 m

Longitud ménsula 4 = 0 m

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de

hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 = 281,26 N

Peso debido al hielo en HC-2 = 281,26 N

Peso debido al hielo en HC-3 = 281,26 N

Peso debido al hielo en HC-4 = 281,26 N

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 = -506,268 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 = 506,268 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 = 0 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 = 0 N.m.

Peso del hielo en la ménsula 1 = 88,2 N

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	0	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España:
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	303,4	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	303,4	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1820,4	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1820,4	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	3640,8	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	8489	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	8489	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	3584	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente

86 N.m

Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp)

Kp

Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento

0 N.m

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste =

86 N.m.

Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior =

36 N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:

Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	259	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4376	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1848	N.m.

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =

1,3

Coefficiente de seguridad de cargas variables =

1,3

Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =

13274,3 N.m

Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =

5800,6 N.m

Momento TOTAL en la base del poste =

14486,34 N.m

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =

5604,3 N.m

Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =

2422,16 N.m

Momento TOTAL en la base del tubo superior =

6105,33 N.m

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =

2,1E+11 Kg/cm2

Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =

0,00003781 m4

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =

0,0000132 m4

Flecha poste inferior =

0 m

Flecha poste superior =

0 m

Flecha total (< 1,5%) =

0 m

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

TIPO DE POSTE

3

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =

Cumple

Momento Total en la base del tubo superior=

Cumple

Flecha total (<1,5%)=

Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 29

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	42	
Vano posterior =	34	
Vano medio =	38	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,8	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,8	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	3	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	485,982	N
Peso HC-2 =	485,982	N
Peso HC-3 =	485,982	N
Peso HC-4 =	485,982	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-874,7676	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	874,7676	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	294	N
Peso ménsula 2 =	294	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	0	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	0	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 1. Descentramiento posterior	156	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	84,79	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	0	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 2. Descentramiento posterior	173	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	92,29	Kp
HC 3. Descentramiento anterior	0	cm
HC 3. Descentramiento en el perfil	0	cm
HC 3. Descentramiento posterior	0	cm
Esfuerzo radial HC 3 =	0	Kp
HC 4. Descentramiento anterior	0	cm
HC 4. Descentramiento en el perfil	0	cm
HC 4. Descentramiento posterior	0	cm
Esfuerzo radial HC 4 =	0	Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	1735	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	10410	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	10410	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	4395	N.m.

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **Kp**
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0** **N.m.**

Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) = 0,7 Kp/m

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto) = 3 Kp/m

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil = 2 Ud

Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil = 6 m

Distancia del eje del poste al hilo 1 = -1,8 m

Distancia del eje del poste al hilo 2 = 1,8 m

Distancia del eje del poste al hilo 3 = 0 m

Distancia del eje del poste al hilo 4 = 0 m

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 38 m

Número de ménsulas sobre poste = 2 Ud

Longitud ménsula 1 = -3 m

Longitud ménsula 2 = 3 m

Longitud ménsula 3 = 0 m

Longitud ménsula 4 = 0 m

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 = 260,68 N

Peso debido al hielo en HC-2 = 260,68 N

Peso debido al hielo en HC-3 = 260,68 N

Peso debido al hielo en HC-4 = 260,68 N

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 = -469,224 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 = 469,224 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 = 0 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 = 0 N.m.

Peso del hielo en la ménsula 1 = 88,2 N

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	0	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España:
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	281,2	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	281,2	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1687,2	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1687,2	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	3374,4	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	8222	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	8222	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	3472	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente **521 N.m** Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) Kp Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0 N.m**

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste = 521 N.m.
Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior = 220 N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo
En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO
Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s **29 m/s**

En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:

Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	259	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4376	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1848	N.m

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	24221,6	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	6366,1	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	25044,22	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	10227,1	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	2523,16	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	10533,75	N.m

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccioanr el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00003781	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,0000132	m4
Flecha poste inferior =	0,01	m
Flecha poste superior =	0,01	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,02	m
TIPO DE POSTE	3	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior=	Cumple
Flecha total (<1,5%)=	Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 30

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	34	
Vano posterior =	33	
Vano medio =	33,5	m
Radio de curvatura =	350	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,9	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,9	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-4	m
Longitud ménsula 2 =	3	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	428,4315	N
Peso HC-2 =	428,4315	N
Peso HC-3 =	428,4315	N
Peso HC-4 =	428,4315	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-814,01985	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	814,01985	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	392	N
Peso ménsula 2 =	294	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	-343	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	-343	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	-25	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	-25	cm
HC 1. Descentramiento posterior	-25	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	143,47	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	-25	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	-25	cm
HC 2. Descentramiento posterior	-25	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	125,55	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	2636	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	15816	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	16159	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	6823	N.m

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **Kp**
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0** **N.m**

Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) = 0,7 Kp/m

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto) = 3 Kp/m

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil = 2 Ud

Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil = 6 m

Distancia del eje del poste al hilo 1 = -1,9 m

Distancia del eje del poste al hilo 2 = 1,9 m

Distancia del eje del poste al hilo 3 = 0 m

Distancia del eje del poste al hilo 4 = 0 m

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 33,5 m

Número de ménsulas sobre poste = 2 Ud

Longitud ménsula 1 = -4 m

Longitud ménsula 2 = 3 m

Longitud ménsula 3 = 0 m

Longitud ménsula 4 = 0 m

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 = 229,81 N

Peso debido al hielo en HC-2 = 229,81 N

Peso debido al hielo en HC-3 = 229,81 N

Peso debido al hielo en HC-4 = 229,81 N

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 = -436,639 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 = 436,639 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 = 0 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 = 0 N.m.

Peso del hielo en la ménsula 1 = 117,6 N

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	-102,9	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	-102,9	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España:
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	247,9	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	247,9	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1487,4	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1487,4	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	2974,8	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	7823	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	7926	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	3347	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente **808 N.m** Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) Kp Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0 N.m**

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste = 808 N.m.
Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior = 341 N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo
En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO
Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s **29 m/s**

En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:

Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	115,2	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	360	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4477	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1890	N.m

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	31310,5	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	6870,5	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	32055,44	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	13221	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	2644,17	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	13482,82	N.m

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00003781	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,0000132	m4
Flecha poste inferior =	0,02	m
Flecha poste superior =	0,01	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,03	m
TIPO DE POSTE	3	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior =	Cumple
Flecha total (<1,5%) =	Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 31

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas

Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos

Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".

La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas

La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.

Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante

La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	33	
Vano posterior =	41	
Vano medio =	37	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,8	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,8	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	3	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	473,193	N
Peso HC-2 =	473,193	N
Peso HC-3 =	473,193	N
Peso HC-4 =	473,193	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-851,7474	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	851,7474	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	294	N
Peso ménsula 2 =	294	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	0	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	-25	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	-25	cm
HC 1. Descentramiento posterior	20	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	118,74	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	-25	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	-25	cm
HC 2. Descentramiento posterior	20	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	118,74	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	2327	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	13962	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	13962	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	5895	N.m.

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores. Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **Kp**

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0** **N.m.**

Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) = 0,7 Kp/m

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto) 3 Kp/m

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil = 2 Ud

Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil = 6 m

Distancia del eje del poste al hilo 1 = -1,8 m

Distancia del eje del poste al hilo 2 = 1,8 m

Distancia del eje del poste al hilo 3 = 0 m

Distancia del eje del poste al hilo 4 = 0 m

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 37 m

Número de ménsulas sobre poste = 2 Ud

Longitud ménsula 1 = -3 m

Longitud ménsula 2 = 3 m

Longitud ménsula 3 = 0 m

Longitud ménsula 4 = 0 m

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de

hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 = 253,82 N

Peso debido al hielo en HC-2 = 253,82 N

Peso debido al hielo en HC-3 = 253,82 N

Peso debido al hielo en HC-4 = 253,82 N

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 = -456,876 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 = 456,876 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 = 0 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 = 0 N.m.

Peso del hielo en la ménsula 1 = 88,2 N

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	0	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España: 29 m/s
 En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
 Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	273,8	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	273,8	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1642,8	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1642,8	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	3285,6	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	8133	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	8133	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	3434	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente 698 N.m Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) Kp Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento 0 N.m

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste =	698	N.m.
Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior =	295	N.m.

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo
 En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO
 Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s 29 m/s
 En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:		
Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	259	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4376	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1848	N.m.

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	28723,5	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	6596,2	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	29471,16	N.m ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	12127,7	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	2564,32	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	12395,84	N.m ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccioanr el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00003781	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,0000132	m4
Flecha poste inferior =	0,02	m
Flecha poste superior =	0,01	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,03	m
TIPO DE POSTE	3	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior=	Cumple
Flecha total (<1,5%)=	Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 32

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas

Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos

Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".

La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas

La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.

Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante

La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	41	
Vano posterior =	35	
Vano medio =	38	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	3	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	485,982	N
Peso HC-2 =	485,982	N
Peso HC-3 =	485,982	N
Peso HC-4 =	485,982	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-850,4685	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	850,4685	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	294	N
Peso ménsula 2 =	294	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	0	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	-25	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 1. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	-33,61	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	-25	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 2. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	-33,61	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	659	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	3954	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	3954	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	1669	N.m

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores. Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **Kp**

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0** **N.m**

Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) = 0,7 Kp/m

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto) 3 Kp/m

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil = 2 Ud

Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil = 6 m

Distancia del eje del poste al hilo 1 = -1,75 m

Distancia del eje del poste al hilo 2 = 1,75 m

Distancia del eje del poste al hilo 3 = 0 m

Distancia del eje del poste al hilo 4 = 0 m

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 38 m

Número de ménsulas sobre poste = 2 Ud

Longitud ménsula 1 = -3 m

Longitud ménsula 2 = 3 m

Longitud ménsula 3 = 0 m

Longitud ménsula 4 = 0 m

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 = 260,68 N

Peso debido al hielo en HC-2 = 260,68 N

Peso debido al hielo en HC-3 = 260,68 N

Peso debido al hielo en HC-4 = 260,68 N

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 = -456,19 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 = 456,19 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 = 0 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 = 0 N.m.

Peso del hielo en la ménsula 1 = 88,2 N

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	0	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España: 29 m/s
 En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
 Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	281,2	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	281,2	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1687,2	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1687,2	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	3374,4	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	8222	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	8222	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	3472	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente 198 N.m Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) Kp Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento 0 N.m

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste =	198	N.m.
Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior =	84	N.m.

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo
 En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s 29 m/s
 En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:		
Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	259	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4376	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1848	N.m.

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	15828,8	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	5946,2	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	16908,82	N.m ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	6683,3	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	2448,51	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	7117,7	N.m ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2	
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00003781	m4	Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,0000132	m4	
Flecha poste inferior =	0	m	
Flecha poste superior =	0	m	
Flecha total (< 1,5%) =	0	m	Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste
TIPO DE POSTE	3		

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior =	Cumple
Flecha total (<1,5%) =	Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 33

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	35	
Vano posterior =	31	
Vano medio =	33	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	3	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	422,037	N
Peso HC-2 =	422,037	N
Peso HC-3 =	422,037	N
Peso HC-4 =	422,037	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-738,56475	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	738,56475	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	294	N
Peso ménsula 2 =	294	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	0	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	20	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 1. Descentramiento posterior	20	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	36,50	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	20	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 2. Descentramiento posterior	20	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	36,50	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	715	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	4290	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	4290	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	1811	N.m
A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp)		Kp
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento	0	N.m
Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal		
Esfuerzo transversal variable		
Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo		
HIELO		
Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) =	0,7	Kp/m
Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto)	3	Kp/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2.	33	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	3	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:		
Peso debido al hielo en HC-1 =	226,38	N
Peso debido al hielo en HC-2 =	226,38	N
Peso debido al hielo en HC-3 =	226,38	N
Peso debido al hielo en HC-4 =	226,38	N
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 =	-396,165	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 =	396,165	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 =	0	N.m.
Peso del hielo en la ménsula 1 =	88,2	N

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	0	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España:
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	244,2	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	244,2	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1465,2	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1465,2	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	2930,4	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	7778	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	7778	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	3284	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente **215 N.m** Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) Kp Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0 N.m**

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste =	215	N.m.
Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior =	91	N.m.

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo
En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:		
Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	259	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4376	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1848	N.m.

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	15688,4	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	5968,3	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	16785,31	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	6623,5	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	2452,35	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	7062,92	N.m

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccioanr el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2	
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00003781	m4	Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,0000132	m4	
Flecha poste inferior =	0	m	
Flecha poste superior =	0	m	
Flecha total (< 1,5%) =	0	m	Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste
TIPO DE POSTE	3		

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior=	Cumple
Flecha total (<1,5%)=	Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 34

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas

Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos

Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".

La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas

La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.

Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante

La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	31	
Vano posterior =	23	
Vano medio =	27	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	3	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	345,303	N
Peso HC-2 =	345,303	N
Peso HC-3 =	345,303	N
Peso HC-4 =	345,303	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-604,28025	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	604,28025	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	294	N
Peso ménsula 2 =	294	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	0	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	-20	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 1. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	-45,44	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	-20	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 2. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	-45,44	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	891	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	5346	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	5346	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	2257	N.m

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores. Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **Kp**

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0** **N.m**

Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) = 0,7 Kp/m

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto) 3 Kp/m

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil = 2 Ud

Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil = 6 m

Distancia del eje del poste al hilo 1 = -1,75 m

Distancia del eje del poste al hilo 2 = 1,75 m

Distancia del eje del poste al hilo 3 = 0 m

Distancia del eje del poste al hilo 4 = 0 m

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 27 m

Número de ménsulas sobre poste = 2 Ud

Longitud ménsula 1 = -3 m

Longitud ménsula 2 = 3 m

Longitud ménsula 3 = 0 m

Longitud ménsula 4 = 0 m

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 = 185,22 N

Peso debido al hielo en HC-2 = 185,22 N

Peso debido al hielo en HC-3 = 185,22 N

Peso debido al hielo en HC-4 = 185,22 N

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 = -324,135 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 = 324,135 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 = 0 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 = 0 N.m.

Peso del hielo en la ménsula 1 = 88,2 N

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	0	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España:
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	199,8	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	199,8	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1198,8	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1198,8	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	2397,6	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	7245	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	7245	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	3059	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente

267 N.m

Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp)
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento

Kp
0 N.m

Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste = 267 N.m.
Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior = 113 N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo
En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:		
Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	259	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4376	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1848	N.m

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	16368,3	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	6035,9	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	17445,73	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	6910,8	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	2464,42	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	7337,06	N.m

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00003781	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,0000132	m4
Flecha poste inferior =	0,01	m
Flecha poste superior =	0	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,01	m
TIPO DE POSTE	3	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior =	Cumple
Flecha total (< 1,5%) =	Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 35

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	23	
Vano posterior =	16	
Vano medio =	19,5	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	3	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	249,3855	N
Peso HC-2 =	249,3855	N
Peso HC-3 =	249,3855	N
Peso HC-4 =	249,3855	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-436,424625	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	436,424625	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	294	N
Peso ménsula 2 =	294	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	0	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	20	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 1. Descentramiento posterior	25	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	-12,35	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	20	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 2. Descentramiento posterior	25	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	21,40	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	331	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	1986	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	1986	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	839	N.m
A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp)		Kp
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento	0	N.m
Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal		
Esfuerzo transversal variable		
Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo		
HIELO		
Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) =	0,7	Kp/m
Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto)	3	Kp/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2.	19,5	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	3	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:		
Peso debido al hielo en HC-1 =	133,77	N
Peso debido al hielo en HC-2 =	133,77	N
Peso debido al hielo en HC-3 =	133,77	N
Peso debido al hielo en HC-4 =	133,77	N
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 =	-234,0975	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 =	234,0975	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 =	0	N.m.
Peso del hielo en la ménsula 1 =	88,2	N

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	0	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España:
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	144,3	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	144,3	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	865,8	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	865,8	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	1731,6	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	6579	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	6579	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	2778	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente **99 N.m** Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) Kp Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0 N.m**

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste = 99 N.m.
Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior = 42 N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo
En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO
Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s **29 m/s**

En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:

Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	259	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4376	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1848	N.m

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	11134,5	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	5817,5	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	12562,66	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	4702,1	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	2425,45	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	5290,8	N.m

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00003781	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,0000132	m4
Flecha poste inferior =	0	m
Flecha poste superior =	0	m
Flecha total (< 1,5%) =	0	m
TIPO DE POSTE	3	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior=	Cumple
Flecha total (<1,5%)=	Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 36

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia prestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	16	
Vano posterior =	11	
Vano medio =	13,5	m
Radio de curvatura =	41	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-2	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	2	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-4,5	m
Longitud ménsula 2 =	4,5	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	172,6515	N
Peso HC-2 =	172,6515	N
Peso HC-3 =	172,6515	N
Peso HC-4 =	172,6515	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-345,303	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	345,303	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	441	N
Peso ménsula 2 =	441	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	0	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	-20	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	25	cm
HC 1. Descentramiento posterior	25	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	-343,16	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	-20	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	25	cm
HC 2. Descentramiento posterior	25	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	-271,54	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	6024	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	36144	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	36144	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	15261	N.m.
A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp)		Kp
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento	0	N.m.
Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal		
Esfuerzo transversal variable		
Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo		
HIELO		
Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) =	0,7	Kp/m
Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto)	3	Kp/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-2	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	2	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2.	13,5	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-4,5	m
Longitud ménsula 2 =	4,5	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:		
Peso debido al hielo en HC-1 =	92,61	N
Peso debido al hielo en HC-2 =	92,61	N
Peso debido al hielo en HC-3 =	92,61	N
Peso debido al hielo en HC-4 =	92,61	N
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 =	-185,22	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 =	185,22	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 =	0	N.m.
Peso del hielo en la ménsula 1 =	132,3	N

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	132,3	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	0	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España:
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	99,9	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	99,9	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	599,4	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	599,4	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	1198,8	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	6047	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	6047	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	2553	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente **1807 N.m**

Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp)

Kp

Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento

0 N.m

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste = 1807 N.m.

Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior = 763 N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s

En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:		
Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	129,6	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	129,6	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	583	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4700	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1984	N.m

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	54848,3	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	8459,1	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	55496,78	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	23158,2	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	2998	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	23351,45	N.m

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00003781	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,0000132	m4
Flecha poste inferior =	0,04	m
Flecha poste superior =	0,03	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,07	m
TIPO DE POSTE	3	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =

Cumple

Momento Total en la base del tubo superior=

Cumple

Flecha total (<1,5%)=

Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 37

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia prestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	11	
Vano posterior =	9	
Vano medio =	10	m
Radio de curvatura =	41	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-2,3	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	2,3	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-4,5	m
Longitud ménsula 2 =	4,5	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	127,89	N
Peso HC-2 =	127,89	N
Peso HC-3 =	127,89	N
Peso HC-4 =	127,89	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-294,147	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	294,147	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	441	N
Peso ménsula 2 =	441	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	0	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	25	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	25	cm
HC 1. Descentramiento posterior	25	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	-350,88	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	25	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	25	cm
HC 2. Descentramiento posterior	25	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	-363,64	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	7002	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	42012	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	42012	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	17738	N.m.

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) -401,37 Kp
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento -25173,9264 N.m

Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) = 0,7 Kp/m

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto) = 3 Kp/m

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-2,3	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	2,3	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 10 m

Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-4,5	m
Longitud ménsula 2 =	4,5	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 =	68,6	N
Peso debido al hielo en HC-2 =	68,6	N
Peso debido al hielo en HC-3 =	68,6	N
Peso debido al hielo en HC-4 =	68,6	N
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 =	-157,78	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 =	157,78	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 =	0	N.m.
Peso del hielo en la ménsula 1 =	132,3	N

Peso del hielo en la ménsula 2 =	132,3	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	0	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España:
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	74	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	74	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	444	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	444	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	888	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	5736	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	5736	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	2422	N.m

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente **2101 N.m**

Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **1445,31 Kp**
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **90649,8432 N.m**

Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste = 92750,8432 N.m.

Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior = 39161 N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:		
Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	129,6	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	129,6	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	583	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4700	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1984	N.m

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	94798,5	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	126686,1	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	158228,07	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	12390,31	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	24074,24	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	27075,61	N.m

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00008396	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,00002442	m4
Flecha poste inferior =	0,05	m
Flecha poste superior =	0,04	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,09	m
TIPO DE POSTE	5	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =

Cumple

Momento Total en la base del tubo superior=

Cumple

Flecha total (<1,5%)=

Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 38

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia prestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	9	
Vano posterior =	9	
Vano medio =	9	m
Radio de curvatura =	41	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-2,3	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	2,3	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-4,5	m
Longitud ménsula 2 =	4,5	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	115,101	N
Peso HC-2 =	115,101	N
Peso HC-3 =	115,101	N
Peso HC-4 =	115,101	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-264,7323	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	264,7323	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	441	N
Peso ménsula 2 =	441	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	0	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	25	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	25	cm
HC 1. Descentramiento posterior	25	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	-315,79	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	25	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	25	cm
HC 2. Descentramiento posterior	25	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	-327,27	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	6302	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	37812	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	37812	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	15965	N.m

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) 401,37 Kp
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento 25173,9264 N.m

Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) = 0,7 Kp/m

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto) 3 Kp/m

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-2,3	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	2,3	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 9 m

Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-4,5	m
Longitud ménsula 2 =	4,5	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 =	61,74	N
Peso debido al hielo en HC-2 =	61,74	N
Peso debido al hielo en HC-3 =	61,74	N
Peso debido al hielo en HC-4 =	61,74	N
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 =	-142,002	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 =	142,002	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 =	0	N.m.
Peso del hielo en la ménsula 1 =	132,3	N

Peso del hielo en la ménsula 2 =	132,3	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	0	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España: 29 m/s
 En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
 Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	66,6	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	66,6	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	399,6	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	399,6	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	799,2	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	5647	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	5647	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	2384	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente 1891 N.m

Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) 1445,31 Kp
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento 90649,8432 N.m

Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste = 92540,8432 N.m.

Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior = 39073 N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s 29 m/s

En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:

Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	129,6	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	129,6	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	583	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4700	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1984	N.m.

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	89222,8	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	126413,1	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	154728,73	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	37671,39	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	24025,94	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	44680,86	N.m

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00008396	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,00002442	m4
Flecha poste inferior =	0,05	m
Flecha poste superior =	0,04	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,09	m
TIPO DE POSTE	5	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =

Cumple

Momento Total en la base del tubo superior=

Cumple

Flecha total (<1,5%)=

Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 39

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas

Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos

Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia prestablecida. Ver pestaña "Postes".

La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas

La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.

Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante

La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	9	
Vano posterior =	9	
Vano medio =	9	m
Radio de curvatura =	41	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-2,3	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	2,3	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-4,5	m
Longitud ménsula 2 =	4,5	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	115,101	N
Peso HC-2 =	115,101	N
Peso HC-3 =	115,101	N
Peso HC-4 =	115,101	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-264,7323	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	264,7323	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	441	N
Peso ménsula 2 =	441	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	0	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	25	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	25	cm
HC 1. Descentramiento posterior	25	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	-315,79	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	25	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	25	cm
HC 2. Descentramiento posterior	25	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	-327,27	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	6302	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	37812	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	37812	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	15965	N.m

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores. Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) -401,37 Kp

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento -25173,9264 N.m

Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) = 0,7 Kp/m

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto) 3 Kp/m

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil = 2 Ud

Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil = 6 m

Distancia del eje del poste al hilo 1 = -2,3 m

Distancia del eje del poste al hilo 2 = 2,3 m

Distancia del eje del poste al hilo 3 = 0 m

Distancia del eje del poste al hilo 4 = 0 m

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 9 m

Número de ménsulas sobre poste = 2 Ud

Longitud ménsula 1 = -4,5 m

Longitud ménsula 2 = 4,5 m

Longitud ménsula 3 = 0 m

Longitud ménsula 4 = 0 m

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de

hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 = 61,74 N

Peso debido al hielo en HC-2 = 61,74 N

Peso debido al hielo en HC-3 = 61,74 N

Peso debido al hielo en HC-4 = 61,74 N

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 = -142,002 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 = 142,002 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 = 0 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 = 0 N.m.

Peso del hielo en la ménsula 1 = 132,3 N

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	132,3	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	0	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España:
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	66,6	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	66,6	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	399,6	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	399,6	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	799,2	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	5647	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	5647	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	2384	N.m

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente **1891 N.m**

Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) 1445,31 Kp
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **90649,8432 N.m**

Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste = 92540,8432 N.m.

Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior = 39073 N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s

En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:

Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	129,6	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	129,6	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	583	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4700	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1984	N.m

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	89222,8	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	126413,1	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	154728,73	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	10036,01	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	24025,94	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	26037,81	N.m

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionr el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00008396	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,00002442	m4
Flecha poste inferior =	0,05	m
Flecha poste superior =	0,04	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,09	m
TIPO DE POSTE	5	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =

Cumple

Momento Total en la base del tubo superior=

Cumple

Flecha total (<1,5%)=

Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 40

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	9	
Vano posterior =	10	
Vano medio =	9,5	m
Radio de curvatura =	41	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-2,3	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	2,3	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-4,5	m
Longitud ménsula 2 =	4,5	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	121,4955	N
Peso HC-2 =	121,4955	N
Peso HC-3 =	121,4955	N
Peso HC-4 =	121,4955	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-279,43965	N.m
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	279,43965	N.m
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m
Peso ménsula 1 =	441	N
Peso ménsula 2 =	441	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m
Momento total en la base del poste debido al peso =	0	N.m
HC 1. Descentramiento anterior	25	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	25	cm
HC 1. Descentramiento posterior	25	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	-333,33	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	25	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	25	cm
HC 2. Descentramiento posterior	25	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	-345,45	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	6652	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	39912	N.m
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	39912	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	16852	N.m

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) 401,37 Kp
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento 25173,9264 N.m

Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) = 0,7 Kp/m

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto) 3 Kp/m

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-2,3	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	2,3	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 9,5 m

Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-4,5	m
Longitud ménsula 2 =	4,5	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 =	65,17	N
Peso debido al hielo en HC-2 =	65,17	N
Peso debido al hielo en HC-3 =	65,17	N
Peso debido al hielo en HC-4 =	65,17	N
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 =	-149,891	N.m
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 =	149,891	N.m
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 =	0	N.m
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 =	0	N.m
Peso del hielo en la ménsula 1 =	132,3	N

Peso del hielo en la ménsula 2 =	132,3	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	0	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España:
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	70,3	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	70,3	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	421,8	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	421,8	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	843,6	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	5691	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	5691	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	2403	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente **1996 N.m**

Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **1445,31 Kp**
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **90649,8432 N.m**

Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste = 92645,8432 N.m.

Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior = 39117 N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s

En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:

Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	129,6	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	129,6	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	583	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4700	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1984	N.m.

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	92010	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	126549,6	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	156462,91	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	38849,19	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	24050,09	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	45690,99	N.m

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00008396	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,00002442	m4
Flecha poste inferior =	0,05	m
Flecha poste superior =	0,04	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,09	m
TIPO DE POSTE	5	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =

Cumple

Momento Total en la base del tubo superior=

Cumple

Flecha total (<1,5%)=

Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 41

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	10	
Vano posterior =	14	
Vano medio =	12	m
Radio de curvatura =	55	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-2,3	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	2,3	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-4,5	m
Longitud ménsula 2 =	4,5	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	153,468	N
Peso HC-2 =	153,468	N
Peso HC-3 =	153,468	N
Peso HC-4 =	153,468	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-352,9764	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	352,9764	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	441	N
Peso ménsula 2 =	441	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	0	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	25	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	25	cm
HC 1. Descentramiento posterior	20	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	-353,18	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	25	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	25	cm
HC 2. Descentramiento posterior	20	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	-304,11	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	6441	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	38646	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	38646	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	16317	N.m

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **Kp**
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0** **N.m**
 Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) = 0,7 Kp/m

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto) 3 Kp/m

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-2,3	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	2,3	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 12 m

Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-4,5	m
Longitud ménsula 2 =	4,5	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 =	82,32	N
Peso debido al hielo en HC-2 =	82,32	N
Peso debido al hielo en HC-3 =	82,32	N
Peso debido al hielo en HC-4 =	82,32	N
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 =	-189,336	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 =	189,336	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 =	0	N.m.
Peso del hielo en la ménsula 1 =	132,3	N

Peso del hielo en la ménsula 2 =	132,3	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	0	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España:
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	88,8	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	88,8	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	532,8	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	532,8	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	1065,6	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	5913	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	5913	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	2497	N.m

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente

1932 N.m

Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp)

Kp

Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento

0 N.m

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste =

1932 N.m.

Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior =

816 N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s

29 m/s

En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:

Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	129,6	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	129,6	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	583	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4700	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1984	N.m

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =

1,3

Coefficiente de seguridad de cargas variables =

1,3

Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =

57926,7 N.m

Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =

8621,6 N.m

Momento TOTAL en la base del poste =

58564,79 N.m

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =

24458,2 N.m

Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =

3027,09 N.m

Momento TOTAL en la base del tubo superior =

24644,81 N.m

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =

2,1E+11 Kg/cm2

Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =

0,00003781 m4

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =

0,0000132 m4

Flecha poste inferior =

0,04 m

Flecha poste superior =

0,03 m

Flecha total (< 1,5%) =

0,07 m

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

TIPO DE POSTE

3

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =

Cumple

Momento Total en la base del tubo superior =

Cumple

Flecha total (< 1,5%) =

Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 42

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas

Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos

Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".

La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas

La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.

Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante

La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	14	
Vano posterior =	20	
Vano medio =	17	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,8	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,8	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	3	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	217,413	N
Peso HC-2 =	217,413	N
Peso HC-3 =	217,413	N
Peso HC-4 =	217,413	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-391,3434	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	391,3434	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	294	N
Peso ménsula 2 =	294	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	0	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	25	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 1. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	-168,21	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	25	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 2. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	-112,50	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	2751	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	16506	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	16506	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	6969	N.m

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores. Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **Kp**

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0** **N.m**

Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) = 0,7 Kp/m

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto) 3 Kp/m

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil = 2 Ud

Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil = 6 m

Distancia del eje del poste al hilo 1 = -1,8 m

Distancia del eje del poste al hilo 2 = 1,8 m

Distancia del eje del poste al hilo 3 = 0 m

Distancia del eje del poste al hilo 4 = 0 m

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 17 m

Número de ménsulas sobre poste = 2 Ud

Longitud ménsula 1 = -3 m

Longitud ménsula 2 = 3 m

Longitud ménsula 3 = 0 m

Longitud ménsula 4 = 0 m

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 = 116,62 N

Peso debido al hielo en HC-2 = 116,62 N

Peso debido al hielo en HC-3 = 116,62 N

Peso debido al hielo en HC-4 = 116,62 N

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 = -209,916 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 = 209,916 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 = 0 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 = 0 N.m.

Peso del hielo en la ménsula 1 = 88,2 N

Peso del hielo en la ménsula 2 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	0	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España:
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	125,8	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	125,8	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	754,8	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	754,8	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	1509,6	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	6357	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	6357	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	2684	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente **825 N.m** Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) Kp Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0 N.m**

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste =	825	N.m.
Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior =	348	N.m.

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo
En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:		
Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	259	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4376	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1848	N.m.

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	29721,9	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	6761,3	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	30481,25	N.m ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	12548,9	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	2593,41	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	12814,08	N.m ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00003781	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,0000132	m4
Flecha poste inferior =	0,02	m
Flecha poste superior =	0,01	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,03	m
TIPO DE POSTE	3	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior=	Cumple
Flecha total (<1,5%)=	Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 43

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	20	
Vano posterior =	22	
Vano medio =	21	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	3	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	268,569	N
Peso HC-2 =	268,569	N
Peso HC-3 =	268,569	N
Peso HC-4 =	268,569	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-469,99575	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	469,99575	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	294	N
Peso ménsula 2 =	294	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	0	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	20	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 1. Descentramiento posterior	20	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	57,27	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	20	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 2. Descentramiento posterior	20	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	57,27	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	1123	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	6738	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	6738	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	2845	N.m
A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp)	-122,39	Kp
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento	-7676,3008	N.m
Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal		
Esfuerzo transversal variable		
Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo		
HIELO		
Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) =	0,7	Kp/m
Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto)	3	Kp/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2.	21	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	3	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:		
Peso debido al hielo en HC-1 =	144,06	N
Peso debido al hielo en HC-2 =	144,06	N
Peso debido al hielo en HC-3 =	144,06	N
Peso debido al hielo en HC-4 =	144,06	N
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 =	-252,105	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 =	252,105	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 =	0	N.m.
Peso del hielo en la ménsula 1 =	88,2	N

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	0	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España: 29 m/s
 En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
 Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	155,4	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	155,4	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	932,4	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	932,4	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	1864,8	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	6713	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	6713	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	2834	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente 337 N.m Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) 1495 Kp Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento 93766,4 N.m

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste = 94103,4 N.m

Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior = 39733 N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo
 En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s 29 m/s
 En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:		
Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	259	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4376	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1848	N.m.

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	27465,49	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	128023,22	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	130936,24	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	3169,26	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	24211,4	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	24417,95	N.m

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00008396	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,00002442	m4
Flecha poste inferior =	0,05	m
Flecha poste superior =	0,04	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,09	m
TIPO DE POSTE	5	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior =	Cumple
Flecha total (< 1,5%) =	Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 44

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	22	
Vano posterior =	22	
Vano medio =	22	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	3	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	3	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	-3	m
Longitud ménsula 3 =	3	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	281,358	N
Peso HC-2 =	281,358	N
Peso HC-3 =	281,358	N
Peso HC-4 =	281,358	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-492,3765	N.m
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	-492,3765	N.m
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	492,3765	N.m
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m
Peso ménsula 1 =	294	N
Peso ménsula 2 =	294	N
Peso ménsula 3 =	294	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	-441	N.m
Momento total en la base del poste debido al peso =	-933,3765	N.m
HC 1. Descentramiento anterior	-20	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 1. Descentramiento posterior	20	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	-27,27	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	175	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 2. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	132,95	Kp
HC 3. Descentramiento anterior	-20	cm
HC 3. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 3. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 3 =	-54,55	Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	2105	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	12630	N.m
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	13563	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	5727	N.m

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) 122,387019 Kp
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento 7676,11385 N.m

Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) = 0,7 Kp/m

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto) 3 Kp/m

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil = 3 Ud

Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil = 6 m

Distancia del eje del poste al hilo 1 = -1,75 m

Distancia del eje del poste al hilo 2 = -1,75 m

Distancia del eje del poste al hilo 3 = 1,75 m

Distancia del eje del poste al hilo 4 = 0 m

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 22 m

Número de ménsulas sobre poste = 3 Ud

Longitud ménsula 1 = -3 m

Longitud ménsula 2 = -3 m

Longitud ménsula 3 = 3 m

Longitud ménsula 4 = 0 m

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 = 150,92 N

Peso debido al hielo en HC-2 = 150,92 N

Peso debido al hielo en HC-3 = 150,92 N

Peso debido al hielo en HC-4 = 150,92 N

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 = -264,11 N.m

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 = -264,11 N.m

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 = 264,11 N.m

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 = 0 N.m

Peso del hielo en la ménsula 1 = 88,2 N

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	-132,3	N.m
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	-396,41	N.m

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España:
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	162,8	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	162,8	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	162,8	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	976,8	N.m
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	976,8	N.m
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	976,8	N.m
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	N.m
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	2930,4	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	7778	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	8174	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	3451	N.m

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente **678 N.m** Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) 1495 Kp Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **93766,4 N.m**

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste =	94444,4	N.m
Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior =	39877	N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo
En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:		
Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m
Esfuerzo en la ménsula 1 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	389	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4506	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1903	N.m

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	38237,54	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	128635,52	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	134198,38	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	16144,73	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	24361,94	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	29225,95	N.m

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2	
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00008396	m4	Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,00002442	m4	
Flecha poste inferior =	0,05	m	
Flecha poste superior =	0,04	m	
Flecha total (< 1,5%) =	0,09	m	Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste
TIPO DE POSTE	5		

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior =	Cumple
Flecha total (<1,5%) =	Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 45

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	22	
Vano posterior =	22	
Vano medio =	22	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	4	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	1,75	m
Número de ménsulas sobre poste =	4	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	-3	m
Longitud ménsula 3 =	3	m
Longitud ménsula 4 =	3	m
Peso HC-1 =	281,358	N
Peso HC-2 =	281,358	N
Peso HC-3 =	281,358	N
Peso HC-4 =	281,358	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-492,3765	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	-492,3765	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	492,3765	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	492,3765	N.m.
Peso ménsula 1 =	294	N
Peso ménsula 2 =	294	N
Peso ménsula 3 =	294	N
Peso ménsula 4 =	294	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	0	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	-20	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 1. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	0,00	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	20	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 2. Descentramiento posterior	20	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	0,00	Kp
HC 3. Descentramiento anterior	20	cm
HC 3. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 3. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 3 =	27,27	Kp
HC 4. Descentramiento anterior	-175	cm
HC 4. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 4. Descentramiento posterior	20	cm
Esfuerzo radial HC 4 =	-132,95	Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	1570	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	9420	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	9420	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	3977	N.m

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **Kp**
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0** **N.m**

Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) = 0,7 Kp/m

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto) = 3 Kp/m

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil = 4 Ud

Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil = 6 m

Distancia del eje del poste al hilo 1 = -1,75 m

Distancia del eje del poste al hilo 2 = -1,75 m

Distancia del eje del poste al hilo 3 = 1,75 m

Distancia del eje del poste al hilo 4 = 1,75 m

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 22 m

Número de ménsulas sobre poste = 4 Ud

Longitud ménsula 1 = -3 m

Longitud ménsula 2 = -3 m

Longitud ménsula 3 = 3 m

Longitud ménsula 4 = 3 m

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de

hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 = 150,92 N

Peso debido al hielo en HC-2 = 150,92 N

Peso debido al hielo en HC-3 = 150,92 N

Peso debido al hielo en HC-4 = 150,92 N

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 = -264,11 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 = -264,11 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 = 264,11 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 = 264,11 N.m.

Peso del hielo en la ménsula 1 = 88,2 N

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	88,2	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	0	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España:
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	162,8	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	162,8	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	162,8	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	162,8	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	976,8	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	976,8	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	976,8	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	976,8	N.m.
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	3907,2	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	8755	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	8755	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	3697	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente **471 N.m** Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) Kp Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0 N.m**

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste =	471	N.m.
Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior =	199	N.m.

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo
En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s

En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:		
Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	86,4	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	518	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4635	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1957	N.m.

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	23627,5	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	6637,8	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	24502,19	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	9976,2	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	2653,33	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	10323,02	N.m

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00003781	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,0000132	m4
Flecha poste inferior =	0,01	m
Flecha poste superior =	0,01	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,02	m
TIPO DE POSTE	3	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior=	Cumple
Flecha total (<1,5%)=	Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 46

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	22	
Vano posterior =	22	
Vano medio =	22	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	4	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	2,15	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	2,15	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	5,3	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	5,3	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	7	m
Longitud ménsula 2 =	7	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	281,358	N
Peso HC-2 =	281,358	N
Peso HC-3 =	281,358	N
Peso HC-4 =	281,358	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	604,9197	N.m
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	604,9197	N.m
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	1491,1974	N.m
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	1491,1974	N.m
Peso ménsula 1 =	686	N
Peso ménsula 2 =	686	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	4802	N.m
Momento total en la base del poste debido al peso =	8994,2342	N.m
HC 1. Descentramiento anterior	-20	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 1. Descentramiento posterior	20	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	265,91	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	20	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 2. Descentramiento posterior	20	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	0,00	Kp
HC 3. Descentramiento anterior	-20	cm
HC 3. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 3. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 3 =	0,00	Kp
HC 4. Descentramiento anterior	20	cm
HC 4. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 4. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 4 =	-265,91	Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	5212	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	31272	N.m
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	40266	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	17001	N.m

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **Kp**
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0** **N.m**

Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) = 0,7 Kp/m

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto) 3 Kp/m

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil = 4 Ud

Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil = 6 m

Distancia del eje del poste al hilo 1 = 2,15 m

Distancia del eje del poste al hilo 2 = 2,15 m

Distancia del eje del poste al hilo 3 = 5,3 m

Distancia del eje del poste al hilo 4 = 5,3 m

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 22 m

Número de ménsulas sobre poste = 2 Ud

Longitud ménsula 1 = 7 m

Longitud ménsula 2 = 7 m

Longitud ménsula 3 = 0 m

Longitud ménsula 4 = 0 m

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 = 150,92 N

Peso debido al hielo en HC-2 = 150,92 N

Peso debido al hielo en HC-3 = 150,92 N

Peso debido al hielo en HC-4 = 150,92 N

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 = 324,478 N.m

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 = 324,478 N.m

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 = 799,876 N.m

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 = 799,876 N.m

Peso del hielo en la ménsula 1 = 205,8 N

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	205,8	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	1440,6	N.m
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	3689,308	N.m

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España:
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	162,8	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	162,8	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	162,8	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	162,8	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	976,8	N.m
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	976,8	N.m
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	976,8	N.m
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	976,8	N.m
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	3907,2	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	8755	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	12444	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	5254	N.m

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente **2013 N.m** Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) Kp Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0 N.m**

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste =	2013	N.m
Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior =	850	N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo
En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:		
Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m
Esfuerzo en la ménsula 1 =	201,61	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	201,61	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	1411	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	5528	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	2334	N.m

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	68523,3	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	9803,3	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	69221	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	28931,5	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	3500,76	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	29142,53	N.m

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2	
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00003781	m4	Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,0000132	m4	
Flecha poste inferior =	0,05	m	
Flecha poste superior =	0,03	m	
Flecha total (< 1,5%) =	0,08	m	Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste
TIPO DE POSTE	3		

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior =	Cumple
Flecha total (< 1,5%) =	Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 47

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranvías así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia prestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	22	
Vano posterior =	20	
Vano medio =	21	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	4	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	2,15	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	2,15	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	5,3	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	5,3	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	7	m
Longitud ménsula 2 =	7	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	268,569	N
Peso HC-2 =	268,569	N
Peso HC-3 =	268,569	N
Peso HC-4 =	268,569	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	577,42335	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	577,42335	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	1423,4157	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	1423,4157	N.m.
Peso ménsula 1 =	686	N
Peso ménsula 2 =	686	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	4802	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	8803,6781	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	20	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 1. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	265,91	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	20	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 2. Descentramiento posterior	20	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	0,00	Kp
HC 3. Descentramiento anterior	-20	cm
HC 3. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 3. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 3 =	0,00	Kp
HC 4. Descentramiento anterior	-20	cm
HC 4. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 4. Descentramiento posterior	20	cm
Esfuerzo radial HC 4 =	-265,91	Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	5212	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	31272	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	40076	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	16921	N.m

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **Kp**
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0** **N.m**
 Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) = 0,7 Kp/m

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto) 3 Kp/m

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil = 4 Ud

Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil = 6 m

Distancia del eje del poste al hilo 1 = 2,15 m

Distancia del eje del poste al hilo 2 = 2,15 m

Distancia del eje del poste al hilo 3 = 5,3 m

Distancia del eje del poste al hilo 4 = 5,3 m

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 21 m

Número de ménsulas sobre poste = 2 Ud

Longitud ménsula 1 = 7 m

Longitud ménsula 2 = 7 m

Longitud ménsula 3 = 0 m

Longitud ménsula 4 = 0 m

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de

hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 = 144,06 N

Peso debido al hielo en HC-2 = 144,06 N

Peso debido al hielo en HC-3 = 144,06 N

Peso debido al hielo en HC-4 = 144,06 N

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 = 309,729 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 = 309,729 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 = 763,518 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 = 763,518 N.m.

Peso del hielo en la ménsula 1 = 205,8 N

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	205,8	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	1440,6	N.m
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	3587,094	N.m

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España: 29 m/s
 En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
 Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	155,4	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	155,4	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	155,4	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	155,4	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	932,4	N.m
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	932,4	N.m
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	932,4	N.m
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	932,4	N.m
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	3729,6	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	8577	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	12164	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	5136	N.m

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente 2004 N.m Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) Kp Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento 0 N.m

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste =	2004	N.m
Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior =	846	N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo
 En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s 29 m/s
 En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:		
Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m
Esfuerzo en la ménsula 1 =	201,61	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	201,61	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	1411	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	5528	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	2334	N.m

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	67911,58	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	9791,6	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	68613,83	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	28674,1	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	3498,56	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	28886,74	N.m

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2	
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00003781	m4	Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,0000132	m4	
Flecha poste inferior =	0,05	m	
Flecha poste superior =	0,03	m	
Flecha total (< 1,5%) =	0,08	m	Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste
TIPO DE POSTE	3		

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior =	Cumple
Flecha total (< 1,5%) =	Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 48

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia prestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	20	
Vano posterior =	28	
Vano medio =	24	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	4	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	1,75	m
Número de ménsulas sobre poste =	4	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	-3	m
Longitud ménsula 3 =	3	m
Longitud ménsula 4 =	3	m
Peso HC-1 =	306,936	N
Peso HC-2 =	306,936	N
Peso HC-3 =	306,936	N
Peso HC-4 =	306,936	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-537,138	N.m
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	-537,138	N.m
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	537,138	N.m
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	537,138	N.m
Peso ménsula 1 =	294	N
Peso ménsula 2 =	294	N
Peso ménsula 3 =	294	N
Peso ménsula 4 =	294	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m
Momento total en la base del poste debido al peso =	0	N.m
HC 1. Descentramiento anterior	-20	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 1. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	0,00	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	20	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 2. Descentramiento posterior	20	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	0,00	Kp
HC 3. Descentramiento anterior	-20	cm
HC 3. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 3. Descentramiento posterior	20	cm
Esfuerzo radial HC 3 =	21,43	Kp
HC 4. Descentramiento anterior	20	cm
HC 4. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 4. Descentramiento posterior	-175	cm
Esfuerzo radial HC 4 =	-104,46	Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	1234	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	7404	N.m
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	7404	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	3126	N.m

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **Kp**
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0** **N.m**
 Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) = 0,7 Kp/m

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto) = 3 Kp/m

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	4	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	1,75	m

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 24 m

Número de ménsulas sobre poste =	4	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	-3	m
Longitud ménsula 3 =	3	m
Longitud ménsula 4 =	3	m

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 =	164,64	N
Peso debido al hielo en HC-2 =	164,64	N
Peso debido al hielo en HC-3 =	164,64	N
Peso debido al hielo en HC-4 =	164,64	N
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 =	-288,12	N.m
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 =	-288,12	N.m
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 =	288,12	N.m
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 =	288,12	N.m
Peso del hielo en la ménsula 1 =	88,2	N

Peso del hielo en la ménsula 2 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	88,2	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	0	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España: 29 m/s
 En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
 Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	177,6	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	177,6	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	177,6	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	177,6	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1065,6	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1065,6	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	1065,6	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	1065,6	N.m.
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	4262,4	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	9110	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	9110	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	3846	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente 370 N.m Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) Kp Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento 0 N.m

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste =	370	N.m.
Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior =	156	N.m.

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo
 En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO
 Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s 29 m/s

En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:		
Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	86,4	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	518	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4635	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1957	N.m.

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	21468,2	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	6506,5	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	22432,52	N.m ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	9063,6	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	2629,73	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	9437,39	N.m ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00003781	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,0000132	m4
Flecha poste inferior =	0,01	m
Flecha poste superior =	0,01	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,02	m
TIPO DE POSTE	3	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior =	Cumple
Flecha total (<1,5%) =	Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 49

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia prestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	28	
Vano posterior =	33	
Vano medio =	30,5	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	3	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	3	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	-3	m
Longitud ménsula 3 =	3	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	390,0645	N
Peso HC-2 =	390,0645	N
Peso HC-3 =	390,0645	N
Peso HC-4 =	390,0645	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-682,612875	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	-682,612875	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	682,612875	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	294	N
Peso ménsula 2 =	294	N
Peso ménsula 3 =	294	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	-441	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	-1123,61288	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	-20	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 1. Descentramiento posterior	1,75	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	88,64	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	20	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 2. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	-18,18	Kp
HC 3. Descentramiento anterior	-20	cm
HC 3. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 3. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 3 =	-39,61	Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	1435	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	8610	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	9734	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	4110	N.m

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) 93,66 Kp

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento 5874,3552 N.m

Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) = 0,7 Kp/m

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto) 3 Kp/m

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil = 3 Ud

Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil = 6 m

Distancia del eje del poste al hilo 1 = -1,75 m

Distancia del eje del poste al hilo 2 = -1,75 m

Distancia del eje del poste al hilo 3 = 1,75 m

Distancia del eje del poste al hilo 4 = 0 m

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 30,5 m

Número de ménsulas sobre poste = 3 Ud

Longitud ménsula 1 = -3 m

Longitud ménsula 2 = -3 m

Longitud ménsula 3 = 3 m

Longitud ménsula 4 = 0 m

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 = 209,23 N

Peso debido al hielo en HC-2 = 209,23 N

Peso debido al hielo en HC-3 = 209,23 N

Peso debido al hielo en HC-4 = 209,23 N

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 = -366,1525 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 = -366,1525 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 = 366,1525 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 = 0 N.m.

Peso del hielo en la ménsula 1 = 88,2 N

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	-132,3	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	-498,4525	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España: 29 m/s
 En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
 Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	225,7	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	225,7	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	225,7	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1354,2	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1354,2	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	1354,2	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	N.m.
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	4062,6	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	8910	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	9408	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	3972	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente 487 N.m

Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) 1497,07 Kp
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento 93896,2304 N.m

Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste = 94383,2304 N.m.

Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior = 39851 N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s 29 m/s
 En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:

Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	389	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4506	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1903	N.m.

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	32520,76	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	128556	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	132605,6	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	13730,97	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	24347,67	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	27952,61	N.m

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00008396	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,00002442	m4
Flecha poste inferior =	0,05	m
Flecha poste superior =	0,04	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,09	m
TIPO DE POSTE	5	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior =	Cumple
Flecha total (< 1,5%) =	Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 50

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas

Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos

Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".

La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas

La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.

Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante

La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	33	
Vano posterior =	41	
Vano medio =	37	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	3	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	473,193	N
Peso HC-2 =	473,193	N
Peso HC-3 =	473,193	N
Peso HC-4 =	473,193	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-828,08775	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	828,08775	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	294	N
Peso ménsula 2 =	294	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	0	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	20	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 1. Descentramiento posterior	20	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	32,82	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	20	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 2. Descentramiento posterior	20	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	32,82	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	643	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	3858	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	3858	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	1629	N.m
A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp)	-79,55	Kp
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento	-4989,376	N.m
Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal		
Esfuerzo transversal variable		
Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo		
HIELO		
Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) =	0,7	Kp/m
Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto)	3	Kp/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2.	37	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	3	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:		
Peso debido al hielo en HC-1 =	253,82	N
Peso debido al hielo en HC-2 =	253,82	N
Peso debido al hielo en HC-3 =	253,82	N
Peso debido al hielo en HC-4 =	253,82	N
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 =	-444,185	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 =	444,185	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 =	0	N.m.
Peso del hielo en la ménsula 1 =	88,2	N

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores. Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	0	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España:
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	273,8	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	273,8	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1642,8	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1642,8	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	3285,6	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	8133	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	8133	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	3434	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente **193 N.m**

Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **1497,89 Kp**
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **93947,6608 N.m**

Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste = 94140,6608 N.m.

Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior = 39748 N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s

En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:

Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	259	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4376	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1848	N.m

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	22074,49	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	128071,66	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	129960,12	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	3843,29	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	24219,64	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	24522,68	N.m

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00008396	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,00002442	m4
Flecha poste inferior =	0,05	m
Flecha poste superior =	0,04	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,09	m
TIPO DE POSTE	5	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =

Cumple

Momento Total en la base del tubo superior=

Cumple

Flecha total (<1,5%)=

Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 51

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas

Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos

Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".

La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas

La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.

Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante

La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	41	
Vano posterior =	44	
Vano medio =	42,5	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	3	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	543,5325	N
Peso HC-2 =	543,5325	N
Peso HC-3 =	543,5325	N
Peso HC-4 =	543,5325	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-951,181875	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	951,181875	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	294	N
Peso ménsula 2 =	294	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	0	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	-20	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 1. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	-28,27	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	-20	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 2. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	-28,27	Kp
HC 3. Descentramiento anterior	0	cm
HC 3. Descentramiento en el perfil	0	cm
HC 3. Descentramiento posterior	0	cm
Esfuerzo radial HC 3 =	0	Kp
HC 4. Descentramiento anterior	0	cm
HC 4. Descentramiento en el perfil	0	cm
HC 4. Descentramiento posterior	0	cm
Esfuerzo radial HC 4 =	0	Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	554	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	3324	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	3324	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	1403	N.m.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **Kp**

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0** **N.m.**

Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) = 0,7 Kp/m

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto) 3 Kp/m

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil = 2 Ud

Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil = 6 m

Distancia del eje del poste al hilo 1 = -1,75 m

Distancia del eje del poste al hilo 2 = 1,75 m

Distancia del eje del poste al hilo 3 = 0 m

Distancia del eje del poste al hilo 4 = 0 m

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 42,5 m

Número de ménsulas sobre poste = 2 Ud

Longitud ménsula 1 = -3 m

Longitud ménsula 2 = 3 m

Longitud ménsula 3 = 0 m

Longitud ménsula 4 = 0 m

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de

hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 = 291,55 N

Peso debido al hielo en HC-2 = 291,55 N

Peso debido al hielo en HC-3 = 291,55 N

Peso debido al hielo en HC-4 = 291,55 N

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 = -510,2125 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 = 510,2125 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 = 0 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 = 0 N.m.

Peso del hielo en la ménsula 1 = 88,2 N

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.

Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.

Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	0	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España: 29 m/s
 En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
 Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	314,5	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	314,5	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1887	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1887	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	3774	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	8622	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	8622	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	3640	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente 166 N.m Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) Kp Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento 0 N.m

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste =	166	N.m.
Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior =	70	N.m.

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo
 En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO
 Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s 29 m/s
 En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:		
Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	259	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4376	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1848	N.m.

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	15529,8	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	5904,6	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	16614,42	N.m ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	6555,9	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	2440,82	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	6995,53	N.m ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2	
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00003781	m4	Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,0000132	m4	
Flecha poste inferior =	0	m	
Flecha poste superior =	0	m	
Flecha total (< 1,5%) =	0	m	Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste
TIPO DE POSTE	3		

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior =	Cumple
Flecha total (<1,5%) =	Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 52

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	44	
Vano posterior =	44	
Vano medio =	44	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	3	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	562,716	N
Peso HC-2 =	562,716	N
Peso HC-3 =	562,716	N
Peso HC-4 =	562,716	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-984,753	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	984,753	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	294	N
Peso ménsula 2 =	294	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	0	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	20	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 1. Descentramiento posterior	20	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	27,27	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	20	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 2. Descentramiento posterior	20	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	27,27	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	535	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	3210	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	3210	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	1355	N.m

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **Kp**
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0** **N.m**
 Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) = 0,7 Kp/m

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto) 3 Kp/m

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil = 2 Ud

Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil = 6 m

Distancia del eje del poste al hilo 1 = -1,75 m

Distancia del eje del poste al hilo 2 = 1,75 m

Distancia del eje del poste al hilo 3 = 0 m

Distancia del eje del poste al hilo 4 = 0 m

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 44 m

Número de ménsulas sobre poste = 2 Ud

Longitud ménsula 1 = -3 m

Longitud ménsula 2 = 3 m

Longitud ménsula 3 = 0 m

Longitud ménsula 4 = 0 m

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de

hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 = 301,84 N

Peso debido al hielo en HC-2 = 301,84 N

Peso debido al hielo en HC-3 = 301,84 N

Peso debido al hielo en HC-4 = 301,84 N

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 = -528,22 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 = 528,22 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 = 0 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 = 0 N.m.

Peso del hielo en la ménsula 1 = 88,2 N

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	0	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España: 29 m/s
 En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
 Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	325,6	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	325,6	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1953,6	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1953,6	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	3907,2	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	8755	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	8755	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	3697	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente 161 N.m Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) Kp Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento 0 N.m

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste =	161	N.m.
Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior =	68	N.m.

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo
 En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s 29 m/s
 En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:		
Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	259	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4376	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1848	N.m.

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	15554,5	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	5898,1	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	16635,21	N.m ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	6567,6	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	2439,72	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	7006,11	N.m ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2	
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00003781	m4	Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,0000132	m4	
Flecha poste inferior =	0	m	
Flecha poste superior =	0	m	
Flecha total (< 1,5%) =	0	m	Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste
TIPO DE POSTE	3		

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior=	Cumple
Flecha total (<1,5%)=	Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 53

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	44	
Vano posterior =	44	
Vano medio =	44	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	3	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	562,716	N
Peso HC-2 =	562,716	N
Peso HC-3 =	562,716	N
Peso HC-4 =	562,716	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-984,753	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	984,753	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	294	N
Peso ménsula 2 =	294	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	0	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	-20	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 1. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	-27,27	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	-20	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 2. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	-27,27	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	535	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	3210	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	3210	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	1355	N.m.

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **Kp**
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0** **N.m.**
 Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) = 0,7 Kp/m

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto) = 3 Kp/m

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 44 m

Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	3	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 =	301,84	N
Peso debido al hielo en HC-2 =	301,84	N
Peso debido al hielo en HC-3 =	301,84	N
Peso debido al hielo en HC-4 =	301,84	N
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 =	-528,22	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 =	528,22	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 =	0	N.m.
Peso del hielo en la ménsula 1 =	88,2	N

Peso del hielo en la ménsula 2 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	0	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España: 29 m/s
 En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
 Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	325,6	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	325,6	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1953,6	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1953,6	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	3907,2	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	8755	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	8755	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	3697	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente 161 N.m Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) Kp Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento 0 N.m

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste =	161	N.m.
Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior =	68	N.m.

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo
 En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s 29 m/s
 En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:		
Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	259	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4376	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1848	N.m.

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	15554,5	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	5898,1	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	16635,21	N.m ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	6567,6	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	2439,72	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	7006,11	N.m ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00003781	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,0000132	m4
Flecha poste inferior =	0	m
Flecha poste superior =	0	m
Flecha total (< 1,5%) =	0	m
TIPO DE POSTE	3	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior=	Cumple
Flecha total (<1,5%)=	Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 54

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas

Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos

Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".

La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas

La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.

Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante

La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	44	
Vano posterior =	43	
Vano medio =	43,5	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	3	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	556,3215	N
Peso HC-2 =	556,3215	N
Peso HC-3 =	556,3215	N
Peso HC-4 =	556,3215	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-973,562625	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	973,562625	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	294	N
Peso ménsula 2 =	294	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	0	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	20	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 1. Descentramiento posterior	20	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	27,59	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	20	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 2. Descentramiento posterior	20	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	27,59	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	541	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	3246	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	3246	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	1371	N.m
A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp)	-60,98	Kp
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento	-3824,6656	N.m
Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal		
Esfuerzo transversal variable		
Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo		
HIELO		
Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) =	0,7	Kp/m
Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto)	3	Kp/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2.	43,5	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	3	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:		
Peso debido al hielo en HC-1 =	298,41	N
Peso debido al hielo en HC-2 =	298,41	N
Peso debido al hielo en HC-3 =	298,41	N
Peso debido al hielo en HC-4 =	298,41	N
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 =	-522,2175	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 =	522,2175	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 =	0	N.m.
Peso del hielo en la ménsula 1 =	88,2	N

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores. Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	0	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España:
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	321,9	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	321,9	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1931,4	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1931,4	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	3862,8	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	8711	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	8711	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	3678	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente **162 N.m**

Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **1498,76 Kp**
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **94002,2272 N.m**

Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste = 94164,2272 N.m.

Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior = 39758 N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s

En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:

Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	259	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4376	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1848	N.m.

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	20516,17	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	128102,3	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	129734,78	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	4464,38	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	24225,12	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	24633,05	N.m

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00008396	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,0002442	m4
Flecha poste inferior =	0,05	m
Flecha poste superior =	0,04	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,09	m
TIPO DE POSTE	5	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =

Cumple

Momento Total en la base del tubo superior=

Cumple

Flecha total (<1,5%)=

Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 55

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	43	
Vano posterior =	43	
Vano medio =	43	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	3	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	-3	m
Longitud ménsula 3 =	3	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	549,927	N
Peso HC-2 =	549,927	N
Peso HC-3 =	549,927	N
Peso HC-4 =	549,927	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-962,37225	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	-962,37225	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	962,37225	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	294	N
Peso ménsula 2 =	294	N
Peso ménsula 3 =	294	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	-441	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	-1403,37225	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	-20	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	0	cm
HC 1. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	-13,95	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	175	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 2. Descentramiento posterior	0	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	47,09	Kp
HC 3. Descentramiento anterior	-20	cm
HC 3. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 3. Descentramiento posterior	0	cm
Esfuerzo radial HC 3 =	-20,93	Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	803	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	4818	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	6221	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	2627	N.m.

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **60,98 Kp**

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **3824,6656 N.m**

Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) = 0,7 Kp/m

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto) 3 Kp/m

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil = 3 Ud

Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil = 6 m

Distancia del eje del poste al hilo 1 = -1,75 m

Distancia del eje del poste al hilo 2 = -1,75 m

Distancia del eje del poste al hilo 3 = 1,75 m

Distancia del eje del poste al hilo 4 = 0 m

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 43 m

Número de ménsulas sobre poste = 2 Ud

Longitud ménsula 1 = -3 m

Longitud ménsula 2 = -3 m

Longitud ménsula 3 = 3 m

Longitud ménsula 4 = 0 m

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 = 294,98 N

Peso debido al hielo en HC-2 = 294,98 N

Peso debido al hielo en HC-3 = 294,98 N

Peso debido al hielo en HC-4 = 294,98 N

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 = -516,215 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 = -516,215 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 = 516,215 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 = 0 N.m.

Peso del hielo en la ménsula 1 = 88,2 N

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	-132,3	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	-648,515	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España:
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	318,2	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	318,2	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	318,2	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1909,2	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1909,2	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	1909,2	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	N.m.
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	5727,6	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	10575	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	11224	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	4739	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente 311 N.m

Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) 1498,76 Kp
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento 94002,2272 N.m

Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste = 94313,2272 N.m.

Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior = 39821 N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s 29 m/s

En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:

Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	389	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4506	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1903	N.m.

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	27651,05	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	128465	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	131407,14	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	11675,12	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	24331,2	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	26987,33	N.m

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00008396	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,00002442	m4
Flecha poste inferior =	0,05	m
Flecha poste superior =	0,04	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,09	m
TIPO DE POSTE	5	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior =	Cumple
Flecha total (<1,5%) =	Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 56

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	43	
Vano posterior =	43	
Vano medio =	43	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	4	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	1,75	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	-3	m
Longitud ménsula 3 =	3	m
Longitud ménsula 4 =	3	m
Peso HC-1 =	549,927	N
Peso HC-2 =	549,927	N
Peso HC-3 =	549,927	N
Peso HC-4 =	549,927	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-962,37225	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	-962,37225	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	962,37225	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	962,37225	N.m.
Peso ménsula 1 =	294	N
Peso ménsula 2 =	294	N
Peso ménsula 3 =	294	N
Peso ménsula 4 =	294	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	0	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	0	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 1. Descentramiento posterior	175	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	75,00	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	20	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	0	cm
HC 2. Descentramiento posterior	20	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	13,95	Kp
HC 3. Descentramiento anterior	-175	cm
HC 3. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 3. Descentramiento posterior	0	cm
Esfuerzo radial HC 3 =	-47,09	Kp
HC 4. Descentramiento anterior	20	cm
HC 4. Descentramiento en el perfil	0	cm
HC 4. Descentramiento posterior	20	cm
Esfuerzo radial HC 4 =	13,95	Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	1470	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	8820	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	8820	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	3724	N.m

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **Kp**
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0** **N.m**
 Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) =	0,7	Kp/m
Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto)	3	Kp/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	4	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	1,75	m

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2.	43	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	-3	m
Longitud ménsula 3 =	3	m
Longitud ménsula 4 =	3	m

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 =	294,98	N
Peso debido al hielo en HC-2 =	294,98	N
Peso debido al hielo en HC-3 =	294,98	N
Peso debido al hielo en HC-4 =	294,98	N
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 =	-516,215	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 =	-516,215	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 =	516,215	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 =	516,215	N.m.
Peso del hielo en la ménsula 1 =	88,2	N

Peso del hielo en la ménsula 2 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	88,2	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	0	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España:
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	318,2	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	318,2	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	318,2	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	318,2	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1909,2	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1909,2	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	1909,2	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	1909,2	N.m.
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	7636,8	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	12485	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	12485	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	5271	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente **441 N.m** Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) Kp Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0 N.m**

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste =	441	N.m.
Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior =	186	N.m.

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo
En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:		
Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	86,4	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	518	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4635	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1957	N.m.

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	27696,5	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	6598,8	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	28471,75	N.m ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	11693,5	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	2646,19	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	11989,17	N.m ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2	
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00003781	m4	Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,0000132	m4	
Flecha poste inferior =	0,01	m	
Flecha poste superior =	0,01	m	
Flecha total (< 1,5%) =	0,02	m	Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste
TIPO DE POSTE	3		

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior =	Cumple
Flecha total (<1,5%) =	Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 57

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	43	
Vano posterior =	36	
Vano medio =	39,5	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	3	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	3	m
Longitud ménsula 3 =	3	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	505,1655	N
Peso HC-2 =	505,1655	N
Peso HC-3 =	505,1655	N
Peso HC-4 =	505,1655	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-884,039625	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	884,039625	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	884,039625	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	294	N
Peso ménsula 2 =	294	N
Peso ménsula 3 =	294	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	441	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	1325,03963	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	0	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 1. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	-23,64	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	-20	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	0	cm
HC 2. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	-15,31	Kp
HC 3. Descentramiento anterior	0	cm
HC 3. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 3. Descentramiento posterior	-175	cm
Esfuerzo radial HC 3 =	-88,23	Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	1246	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	7476	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	8801	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	3716	N.m.
A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp)	-58,1	Kp
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento	-3644,032	N.m.
Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal		
Esfuerzo transversal variable		
Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo		
HIELO		
Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) =	0,7	Kp/m
Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto)	3	Kp/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	3	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2.	39,5	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	3	m
Longitud ménsula 3 =	3	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:		
Peso debido al hielo en HC-1 =	270,97	N
Peso debido al hielo en HC-2 =	270,97	N
Peso debido al hielo en HC-3 =	270,97	N
Peso debido al hielo en HC-4 =	270,97	N
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 =	-474,1975	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 =	474,1975	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 =	474,1975	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 =	0	N.m.
Peso del hielo en la ménsula 1 =	88,2	N

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	132,3	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	606,4975	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España: 29 m/s
 En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
 Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	292,3	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	292,3	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	292,3	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1753,8	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1753,8	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	1753,8	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	N.m.
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	5261,4	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	10109	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	10715	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	4524	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente 440 N.m

Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) 1498,88 Kp
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento 94009,7536 N.m

Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste = 94449,7536 N.m.

Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior = 39879 N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s 29 m/s

En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:

Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	389	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4506	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1903	N.m.

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	30108,09	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	128642,48	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	132118,83	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	8711,83	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	24363,04	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	25873,8	N.m

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00008396	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,00002442	m4
Flecha poste inferior =	0,05	m
Flecha poste superior =	0,04	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,09	m
TIPO DE POSTE	5	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior =	Cumple
Flecha total (<1,5%) =	Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 58

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas

Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos

Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".

La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas

La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.

Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante

La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	36	
Vano posterior =	31	
Vano medio =	33,5	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	3	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	428,4315	N
Peso HC-2 =	428,4315	N
Peso HC-3 =	428,4315	N
Peso HC-4 =	428,4315	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-749,755125	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	749,755125	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	294	N
Peso ménsula 2 =	294	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	0	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	20	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 1. Descentramiento posterior	20	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	36,02	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	20	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 2. Descentramiento posterior	20	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	36,02	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	706	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	4236	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	4236	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	1789	N.m

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores. Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **60,98 Kp**

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **3824,6656 N.m**

Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) = 0,7 Kp/m

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto) 3 Kp/m

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil = 2 Ud

Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil = 6 m

Distancia del eje del poste al hilo 1 = -1,75 m

Distancia del eje del poste al hilo 2 = 1,75 m

Distancia del eje del poste al hilo 3 = 0 m

Distancia del eje del poste al hilo 4 = 0 m

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 33,5 m

Número de ménsulas sobre poste = 2 Ud

Longitud ménsula 1 = -3 m

Longitud ménsula 2 = 3 m

Longitud ménsula 3 = 0 m

Longitud ménsula 4 = 0 m

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de

hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 = 229,81 N

Peso debido al hielo en HC-2 = 229,81 N

Peso debido al hielo en HC-3 = 229,81 N

Peso debido al hielo en HC-4 = 229,81 N

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 = -402,1675 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 = 402,1675 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 = 0 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 = 0 N.m.

Peso del hielo en la ménsula 1 = 88,2 N

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	0	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España:
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	247,9	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	247,9	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1487,4	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1487,4	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	2974,8	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	7823	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	7823	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	3303	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente

Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp)	1498,76	Kp
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento	94002,2272	N.m

Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste = 94214,2272 N.m.

Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior = 39779 N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s

En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:

Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	259	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4376	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1848	N.m

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	20648,77	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	128167,3	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	129819,98	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	8718,92	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	24236,65	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	25757,23	N.m

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00008396	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,00002442	m4
Flecha poste inferior =	0,05	m
Flecha poste superior =	0,04	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,09	m
TIPO DE POSTE	5	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =

Cumple

Momento Total en la base del tubo superior=

Cumple

Flecha total (<1,5%)=

Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 59

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia prestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	31	
Vano posterior =	30	
Vano medio =	30,5	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	3	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	390,0645	N
Peso HC-2 =	390,0645	N
Peso HC-3 =	390,0645	N
Peso HC-4 =	390,0645	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-682,612875	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	682,612875	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	294	N
Peso ménsula 2 =	294	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	0	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	-20	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 1. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	-39,35	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	-20	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 2. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	-39,35	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	771	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	4626	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	4626	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	1953	N.m

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **Kp**

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0 N.m**

Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) = 0,7 Kp/m

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto) 3 Kp/m

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil = 2 Ud

Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil = 6 m

Distancia del eje del poste al hilo 1 = -1,75 m

Distancia del eje del poste al hilo 2 = 1,75 m

Distancia del eje del poste al hilo 3 = 0 m

Distancia del eje del poste al hilo 4 = 0 m

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 30,5 m

Número de ménsulas sobre poste = 2 Ud

Longitud ménsula 1 = -3 m

Longitud ménsula 2 = 3 m

Longitud ménsula 3 = 0 m

Longitud ménsula 4 = 0 m

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de

hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 = 209,23 N

Peso debido al hielo en HC-2 = 209,23 N

Peso debido al hielo en HC-3 = 209,23 N

Peso debido al hielo en HC-4 = 209,23 N

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 = -366,1525 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 = 366,1525 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 = 0 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 = 0 N.m.

Peso del hielo en la ménsula 1 = 88,2 N

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	0	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España: 29 m/s
 En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
 Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	225,7	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	225,7	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1354,2	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1354,2	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	2708,4	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	7556	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	7556	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	3190	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente 231 N.m Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) Kp Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento 0 N.m

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste =	231	N.m.
Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior =	98	N.m.

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo
 En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO
 Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s 29 m/s
 En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:		
Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	259	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4376	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1848	N.m.

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	15836,6	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	5989,1	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	16931,25	N.m ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	6685,9	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	2456,19	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	7122,79	N.m ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2	
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00003781	m4	Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,0000132	m4	
Flecha poste inferior =	0,01	m	
Flecha poste superior =	0	m	
Flecha total (< 1,5%) =	0,01	m	Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste
TIPO DE POSTE	3		

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior =	Cumple
Flecha total (<1,5%) =	Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 60

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia prestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	30	
Vano posterior =	30	
Vano medio =	30	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	2	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	5,5	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	1	Ud
Longitud ménsula 1 =	7	m
Longitud ménsula 2 =	0	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	383,67	N
Peso HC-2 =	383,67	N
Peso HC-3 =	383,67	N
Peso HC-4 =	383,67	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	767,34	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	2110,185	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	686	N
Peso ménsula 2 =	0	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	2401	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	5278,525	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	20	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 1. Descentramiento posterior	20	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	40,00	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	20	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 2. Descentramiento posterior	20	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	40,00	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	784	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	4704	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	9983	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	4215	N.m.

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **Kp**

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0 N.m**

Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) = 0,7 Kp/m

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto) = 3 Kp/m

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil = 2 Ud

Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil = 6 m

Distancia del eje del poste al hilo 1 = 2 m

Distancia del eje del poste al hilo 2 = 5,5 m

Distancia del eje del poste al hilo 3 = 0 m

Distancia del eje del poste al hilo 4 = 0 m

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 30 m

Número de ménsulas sobre poste = 1 Ud

Longitud ménsula 1 = 7 m

Longitud ménsula 2 = 0 m

Longitud ménsula 3 = 0 m

Longitud ménsula 4 = 0 m

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 = 205,8 N

Peso debido al hielo en HC-2 = 205,8 N

Peso debido al hielo en HC-3 = 205,8 N

Peso debido al hielo en HC-4 = 205,8 N

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 = 411,6 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 = 1131,9 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 = 0 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 = 0 N.m.

Peso del hielo en la ménsula 1 = 205,8 N

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	720,3	N.m
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	2263,8	N.m

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España:
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	222	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	222	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1332	N.m
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1332	N.m
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	2664	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	7512	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	9776	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	4128	N.m

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente **499 N.m** Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) Kp Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0 N.m**

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste =	499	N.m
Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior =	211	N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo
En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s	29	m/s
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos: Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:		
Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m
Esfuerzo en la ménsula 1 =	201,61	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	706	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4823	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	2036	N.m

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	25686,08	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	6918,6	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	26604,54	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	10845,9	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	2762,62	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	11192,21	N.m

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccioanr el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00003781	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,0000132	m4
Flecha poste inferior =	0,01	m
Flecha poste superior =	0,01	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,02	m
TIPO DE POSTE	3	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior=	Cumple
Flecha total (<1,5%)=	Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 61

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	30	
Vano posterior =	28	
Vano medio =	29	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	2	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	5,5	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	1	Ud
Longitud ménsula 1 =	7	m
Longitud ménsula 2 =	0	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	370,881	N
Peso HC-2 =	370,881	N
Peso HC-3 =	370,881	N
Peso HC-4 =	370,881	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	741,762	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	2039,8455	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	686	N
Peso ménsula 2 =	0	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	2401	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	5182,6075	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	-20	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 1. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	-41,43	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	-20	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 2. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	-41,43	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	812	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	4872	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	10055	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	4245	N.m

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **Kp**
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0** **N.m**

Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) = 0,7 Kp/m

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto) = 3 Kp/m

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil = 2 Ud

Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil = 6 m

Distancia del eje del poste al hilo 1 = 2 m

Distancia del eje del poste al hilo 2 = 5,5 m

Distancia del eje del poste al hilo 3 = 0 m

Distancia del eje del poste al hilo 4 = 0 m

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 29 m

Número de ménsulas sobre poste = 1 Ud

Longitud ménsula 1 = 7 m

Longitud ménsula 2 = 0 m

Longitud ménsula 3 = 0 m

Longitud ménsula 4 = 0 m

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 = 198,94 N

Peso debido al hielo en HC-2 = 198,94 N

Peso debido al hielo en HC-3 = 198,94 N

Peso debido al hielo en HC-4 = 198,94 N

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 = 397,88 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 = 1094,17 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 = 0 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 = 0 N.m.

Peso del hielo en la ménsula 1 = 205,8 N

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	720,3	N.m
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	2212,35	N.m

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España:
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	214,6	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	214,6	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1287,6	N.m
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1287,6	N.m
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	2575,2	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	7423	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	9635	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	4068	N.m

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente

503 N.m

Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp)

Kp

Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento

0 N.m

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste = 503 N.m

Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior = 212 N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:		
Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m
Esfuerzo en la ménsula 1 =	201,61	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	706	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4823	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	2036	N.m

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes = 1,3

Coefficiente de seguridad de cargas variables = 1,3

Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal = 25596,49 N.m

Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal = 6923,8 N.m

Momento TOTAL en la base del poste = 26516,4 N.m

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal = 10806,9 N.m

Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal = 2763,16 N.m

Momento TOTAL en la base del tubo superior = 11154,56 N.m

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero = 2,1E+11 Kg/cm2

Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) = 0,00003781 m4

Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) = 0,0000132 m4

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Flecha poste inferior = 0,01 m

Flecha poste superior = 0,01 m

Flecha total (< 1,5%) = 0,02 m

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

TIPO DE POSTE = 3

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste = Cumple

Momento Total en la base del tubo superior = Cumple

Flecha total (<1,5%) = Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 62

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	28	
Vano posterior =	29	
Vano medio =	28,5	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	2	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	5,5	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	1	Ud
Longitud ménsula 1 =	7	m
Longitud ménsula 2 =	0	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	364,4865	N
Peso HC-2 =	364,4865	N
Peso HC-3 =	364,4865	N
Peso HC-4 =	364,4865	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	728,973	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	2004,67575	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	686	N
Peso ménsula 2 =	0	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	2401	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	5134,64875	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	20	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	-25	cm
HC 1. Descentramiento posterior	-25	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	-29,70	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	20	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	-25	cm
HC 2. Descentramiento posterior	-25	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	-28,15	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	567	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	3402	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	8537	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	3604	N.m

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **Kp**
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0** **N.m**

Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) = 0,7 Kp/m

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto) = 3 Kp/m

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil = 2 Ud

Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil = 6 m

Distancia del eje del poste al hilo 1 = 2 m

Distancia del eje del poste al hilo 2 = 5,5 m

Distancia del eje del poste al hilo 3 = 0 m

Distancia del eje del poste al hilo 4 = 0 m

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 28,5 m

Número de ménsulas sobre poste = 1 Ud

Longitud ménsula 1 = 7 m

Longitud ménsula 2 = 0 m

Longitud ménsula 3 = 0 m

Longitud ménsula 4 = 0 m

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 = 195,51 N

Peso debido al hielo en HC-2 = 195,51 N

Peso debido al hielo en HC-3 = 195,51 N

Peso debido al hielo en HC-4 = 195,51 N

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 = 391,02 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 = 1075,305 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 = 0 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 = 0 N.m.

Peso del hielo en la ménsula 1 = 205,8 N

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	720,3	N.m
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	2186,625	N.m

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España: 29 m/s
 En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
 Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	210,9	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	210,9	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1265,4	N.m
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1265,4	N.m
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	2530,8	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	7379	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	9566	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	4039	N.m

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente 427 N.m Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) Kp Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento 0 N.m

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste =	427	N.m
Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior =	180	N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo
 En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s	29	m/s
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos: Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:		
Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m
Esfuerzo en la ménsula 1 =	201,61	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	706	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4823	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	2036	N.m

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	23533,44	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	6825	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	24503,13	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	9935,9	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	2745,6	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	10308,27	N.m

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccioanr el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00003781	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,0000132	m4
Flecha poste inferior =	0,01	m
Flecha poste superior =	0,01	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,02	m
TIPO DE POSTE	3	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior=	Cumple
Flecha total (<1,5%)=	Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 63

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	29	
Vano posterior =	26	
Vano medio =	27,5	m
Radio de curvatura =	366	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	2	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	5,5	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	1	Ud
Longitud ménsula 1 =	7	m
Longitud ménsula 2 =	0	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	351,6975	N
Peso HC-2 =	351,6975	N
Peso HC-3 =	351,6975	N
Peso HC-4 =	351,6975	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	703,395	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	1934,33625	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	686	N
Peso ménsula 2 =	0	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	2401	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	5038,73125	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	20	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	-25	cm
HC 1. Descentramiento posterior	-25	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	93,88	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	20	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	-25	cm
HC 2. Descentramiento posterior	-25	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	94,95	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	1851	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	11106	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	16145	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	6817	N.m

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **Kp**
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0** **N.m**

Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) = 0,7 Kp/m

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto) = 3 Kp/m

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	2	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	5,5	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 27,5 m

Número de ménsulas sobre poste =	1	Ud
Longitud ménsula 1 =	7	m
Longitud ménsula 2 =	0	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 =	188,65	N
Peso debido al hielo en HC-2 =	188,65	N
Peso debido al hielo en HC-3 =	188,65	N
Peso debido al hielo en HC-4 =	188,65	N
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 =	377,3	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 =	1037,575	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 =	0	N.m.
Peso del hielo en la ménsula 1 =	205,8	N

Peso del hielo en la ménsula 2 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	720,3	N.m
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	2135,175	N.m

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España: 29 m/s
 En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
 Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	203,5	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	203,5	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1221	N.m
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1221	N.m
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	2442	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	7290	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	9425	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	3979	N.m

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente 807 N.m

Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp)		Kp	Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento	0	N.m	

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste = 807 N.m

Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior = 341 N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s 29 m/s

En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:

Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m
Esfuerzo en la ménsula 1 =	201,61	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	706	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4823	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	2036	N.m

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	33240,65	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	7319	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	34036,87	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	14034,8	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	2833,97	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	14318,07	N.m

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00003781	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,0000132	m4
Flecha poste inferior =	0,02	m
Flecha poste superior =	0,01	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,03	m
TIPO DE POSTE	3	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior =	Cumple
Flecha total (<1,5%) =	Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 64

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranvías así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	26	
Vano posterior =	33	
Vano medio =	29,5	m
Radio de curvatura =	366	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	2	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	5,5	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	1	Ud
Longitud ménsula 1 =	7	m
Longitud ménsula 2 =	0	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	377,2755	N
Peso HC-2 =	377,2755	N
Peso HC-3 =	377,2755	N
Peso HC-4 =	377,2755	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	754,551	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	2075,01525	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	686	N
Peso ménsula 2 =	0	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	2401	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	5230,56625	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	-20	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	-25	cm
HC 1. Descentramiento posterior	-25	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	116,95	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	-20	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	-25	cm
HC 2. Descentramiento posterior	-25	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	118,10	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	2304	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	13824	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	19055	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	8045	N.m

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **Kp**
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0** **N.m**
 Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) =	0,7	Kp/m
Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto)	3	Kp/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	2	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	5,5	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2.	29,5	m
Número de ménsulas sobre poste =	1	Ud
Longitud ménsula 1 =	7	m
Longitud ménsula 2 =	0	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 =	202,37	N
Peso debido al hielo en HC-2 =	202,37	N
Peso debido al hielo en HC-3 =	202,37	N
Peso debido al hielo en HC-4 =	202,37	N
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 =	404,74	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 =	1113,035	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 =	0	N.m.
Peso del hielo en la ménsula 1 =	205,8	N

Peso del hielo en la ménsula 2 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	720,3	N.m
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	2238,075	N.m

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España: 29 m/s
 En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
 Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	218,3	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	218,3	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1309,8	N.m
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1309,8	N.m
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	2619,6	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	7467	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	9705	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	4098	N.m

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente 953 N.m

Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp)		Kp
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento	0	N.m

Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste = 953 N.m

Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior = 402 N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s 29 m/s
 En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:

Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m
Esfuerzo en la ménsula 1 =	201,61	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	706	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4823	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	2036	N.m

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	37387,44	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	7508,8	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	38134,01	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	15785,9	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	2867,45	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	16044,22	N.m

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00003781	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,0000132	m4
Flecha poste inferior =	0,02	m
Flecha poste superior =	0,01	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,03	m
TIPO DE POSTE	3	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior =	Cumple
Flecha total (< 1,5%) =	Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 65

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	33	
Vano posterior =	33	
Vano medio =	33	m
Radio de curvatura =	366	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	2	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	5,5	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	1	Ud
Longitud ménsula 1 =	7	m
Longitud ménsula 2 =	0	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	422,037	N
Peso HC-2 =	422,037	N
Peso HC-3 =	422,037	N
Peso HC-4 =	422,037	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	844,074	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	2321,2035	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	686	N
Peso ménsula 2 =	0	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	2401	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	5566,2775	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	-25	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	-25	cm
HC 1. Descentramiento posterior	-25	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	134,06	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	-25	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	-25	cm
HC 2. Descentramiento posterior	-25	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	135,34	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	2640	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	15840	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	21406	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	9038	N.m

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) -79,55 Kp

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento -4989,376 N.m

Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) = 0,7 Kp/m

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto) 3 Kp/m

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil = 2 Ud

Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil = 6 m

Distancia del eje del poste al hilo 1 = 2 m

Distancia del eje del poste al hilo 2 = 5,5 m

Distancia del eje del poste al hilo 3 = 0 m

Distancia del eje del poste al hilo 4 = 0 m

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 33 m

Número de ménsulas sobre poste = 1 Ud

Longitud ménsula 1 = 7 m

Longitud ménsula 2 = 0 m

Longitud ménsula 3 = 0 m

Longitud ménsula 4 = 0 m

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 = 226,38 N

Peso debido al hielo en HC-2 = 226,38 N

Peso debido al hielo en HC-3 = 226,38 N

Peso debido al hielo en HC-4 = 226,38 N

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 = 452,76 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 = 1245,09 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 = 0 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 = 0 N.m.

Peso del hielo en la ménsula 1 = 205,8 N

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	720,3	N.m
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	2418,15	N.m

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España:
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	244,2	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	244,2	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1465,2	N.m
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1465,2	N.m
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	2930,4	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	7778	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	10196	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	4305	N.m

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente **1070 N.m**

Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **1497,89 Kp**
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **93947,6608 N.m**

Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste = 95017,6608 N.m

Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior = 40119 N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s

En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:

Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m
Esfuerzo en la ménsula 1 =	201,61	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	706	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4823	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	2036	N.m

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	47569,15	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	129792,86	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	138235,34	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	14607,29	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	24667,67	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	28668,22	N.m

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00008396	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,00002442	m4
Flecha poste inferior =	0,05	m
Flecha poste superior =	0,04	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,09	m
TIPO DE POSTE	5	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =

Cumple

Momento Total en la base del tubo superior=

Cumple

Flecha total (<1,5%)=

Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 66

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	33	
Vano posterior =	33	
Vano medio =	33	m
Radio de curvatura =	366	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-2	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	2	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-4,5	m
Longitud ménsula 2 =	4,5	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	422,037	N
Peso HC-2 =	422,037	N
Peso HC-3 =	422,037	N
Peso HC-4 =	422,037	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-844,074	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	844,074	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	441	N
Peso ménsula 2 =	441	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	0	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	-25	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	-25	cm
HC 1. Descentramiento posterior	-25	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	134,06	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	-25	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	-25	cm
HC 2. Descentramiento posterior	-25	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	135,34	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	2640	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	15840	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	15840	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	6688	N.m
A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp)	79,55	Kp
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento	4989,376	N.m
Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal		
Esfuerzo transversal variable		
Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo		
HIELO		
Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) =	0,7	Kp/m
Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto)	3	Kp/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-2	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	2	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2.	33	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-4,5	m
Longitud ménsula 2 =	4,5	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:		
Peso debido al hielo en HC-1 =	226,38	N
Peso debido al hielo en HC-2 =	226,38	N
Peso debido al hielo en HC-3 =	226,38	N
Peso debido al hielo en HC-4 =	226,38	N
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 =	-452,76	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 =	452,76	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 =	0	N.m.
Peso del hielo en la ménsula 1 =	132,3	N

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	132,3	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	0	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España: 29 m/s
 En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
 Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	244,2	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	244,2	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1465,2	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1465,2	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	2930,4	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	7778	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	7778	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	3284	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente 792 N.m

Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp)	1497,89	Kp
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento	93947,6608	N.m

Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste = 94739,6608 N.m.

Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior = 40001 N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s 29 m/s
 En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:		
Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	129,6	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	129,6	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	583	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4700	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1984	N.m

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	37189,59	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	129271,56	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	134514,69	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	15702,21	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	24535,3	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	29129,72	N.m

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00008396	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,00002442	m4
Flecha poste inferior =	0,05	m
Flecha poste superior =	0,04	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,09	m
TIPO DE POSTE	5	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior =	Cumple
Flecha total (< 1,5%) =	Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 67

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas

Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos

Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".

La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas

La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.

Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante

La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	33	
Vano posterior =	30	
Vano medio =	31,5	m
Radio de curvatura =	366	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-2	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	2	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-4,5	m
Longitud ménsula 2 =	4,5	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	402,8535	N
Peso HC-2 =	402,8535	N
Peso HC-3 =	402,8535	N
Peso HC-4 =	402,8535	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-805,707	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	805,707	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	441	N
Peso ménsula 2 =	441	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	0	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	-25	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	-25	cm
HC 1. Descentramiento posterior	-25	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	127,96	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	-25	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	-25	cm
HC 2. Descentramiento posterior	-25	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	129,19	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	2520	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	15120	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	15120	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	6384	N.m

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores. Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) -79,5504808 Kp

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento -4989,40615 N.m

Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) = 0,7 Kp/m

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto) 3 Kp/m

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil = 2 Ud

Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil = 6 m

Distancia del eje del poste al hilo 1 = -2 m

Distancia del eje del poste al hilo 2 = 2 m

Distancia del eje del poste al hilo 3 = 0 m

Distancia del eje del poste al hilo 4 = 0 m

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 31,5 m

Número de ménsulas sobre poste = 2 Ud

Longitud ménsula 1 = -4,5 m

Longitud ménsula 2 = 4,5 m

Longitud ménsula 3 = 0 m

Longitud ménsula 4 = 0 m

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de

hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 = 216,09 N

Peso debido al hielo en HC-2 = 216,09 N

Peso debido al hielo en HC-3 = 216,09 N

Peso debido al hielo en HC-4 = 216,09 N

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 = -432,18 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 = 432,18 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 = 0 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 = 0 N.m.

Peso del hielo en la ménsula 1 = 132,3 N

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	132,3	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	0	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España:
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	233,1	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	233,1	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1398,6	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1398,6	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	2797,2	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	7645	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	7645	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	3228	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente **756 N.m**

Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **1497,89 Kp**
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **93947,6608 N.m**

Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste = 94703,6608 N.m.

Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior = 39986 N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s

En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:

Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	129,6	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	129,6	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	583	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4700	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1984	N.m.

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	36080,73	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	129224,76	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	134167,27	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	9756,97	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	24527,07	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	26396,51	N.m

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00008396	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,0002442	m4
Flecha poste inferior =	0,05	m
Flecha poste superior =	0,04	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,09	m
TIPO DE POSTE	5	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =

Cumple

Momento Total en la base del tubo superior=

Cumple

Flecha total (<1,5%)=

Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 68

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	30	
Vano posterior =	27	
Vano medio =	28,5	m
Radio de curvatura =	366	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-2	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	2	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-4,5	m
Longitud ménsula 2 =	4,5	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	364,4865	N
Peso HC-2 =	364,4865	N
Peso HC-3 =	364,4865	N
Peso HC-4 =	364,4865	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-728,973	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	728,973	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	441	N
Peso ménsula 2 =	441	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	0	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	-25	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	-25	cm
HC 1. Descentramiento posterior	-25	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	115,78	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	-25	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	-25	cm
HC 2. Descentramiento posterior	-25	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	116,88	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	2280	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	13680	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	13680	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	5776	N.m
A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp)	79,55	Kp
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento	4989,376	N.m
Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal		
Esfuerzo transversal variable		
Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo		
HIELO		
Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) =	0,7	Kp/m
Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto)	3	Kp/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-2	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	2	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2.	28,5	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-4,5	m
Longitud ménsula 2 =	4,5	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:		
Peso debido al hielo en HC-1 =	195,51	N
Peso debido al hielo en HC-2 =	195,51	N
Peso debido al hielo en HC-3 =	195,51	N
Peso debido al hielo en HC-4 =	195,51	N
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 =	-391,02	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 =	391,02	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 =	0	N.m.
Peso del hielo en la ménsula 1 =	132,3	N

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	132,3	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	0	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España:
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	210,9	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	210,9	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1265,4	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1265,4	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	2530,8	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	7379	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	7379	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	3116	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente **684 N.m**

Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **1497,89 Kp**
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **93947,6608 N.m**

Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste = 94631,6608 N.m.

Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior = 39956 N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s

En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:

Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	129,6	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	129,6	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	583	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4700	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1984	N.m

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	33862,89	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	129131,16	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	133497,39	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	14298,21	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	24510,6	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	28376,19	N.m

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00008396	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,00002442	m4
Flecha poste inferior =	0,05	m
Flecha poste superior =	0,04	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,09	m
TIPO DE POSTE	5	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =

Cumple

Momento Total en la base del tubo superior=

Cumple

Flecha total (<1,5%)=

Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 69

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas

Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos

Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".

La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas

La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.

Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante

La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	27	
Vano posterior =	24	
Vano medio =	25,5	m
Radio de curvatura =	366	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-2	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	2	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-4,5	m
Longitud ménsula 2 =	4,5	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	326,1195	N
Peso HC-2 =	326,1195	N
Peso HC-3 =	326,1195	N
Peso HC-4 =	326,1195	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-652,239	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	652,239	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	441	N
Peso ménsula 2 =	441	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	0	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	-25	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	-25	cm
HC 1. Descentramiento posterior	-25	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	103,59	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	-25	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	-25	cm
HC 2. Descentramiento posterior	-25	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	104,58	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	2040	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	12240	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	12240	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	5168	N.m
A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp)		Kp
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento	0	N.m
Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal		
Esfuerzo transversal variable		
Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo		
HIELO		
Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) =	0,7	Kp/m
Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto)	3	Kp/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-2	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	2	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2.	25,5	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-4,5	m
Longitud ménsula 2 =	4,5	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:		
Peso debido al hielo en HC-1 =	174,93	N
Peso debido al hielo en HC-2 =	174,93	N
Peso debido al hielo en HC-3 =	174,93	N
Peso debido al hielo en HC-4 =	174,93	N
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 =	-349,86	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 =	349,86	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 =	0	N.m.
Peso del hielo en la ménsula 1 =	132,3	N

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores. Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	132,3	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	0	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España: 29 m/s
 En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
 Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	188,7	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	188,7	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1132,2	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1132,2	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	2264,4	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	7112	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	7112	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	3003	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente 612 N.m Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) Kp Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento 0 N.m

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste =	612	N.m.
Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior =	258	N.m.

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo
 En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO
 Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s 29 m/s
 En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:		
Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	129,6	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	129,6	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	583	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4700	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1984	N.m.

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	25157,6	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	6905,6	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	26088,16	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	10622,3	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	2720,81	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	10965,22	N.m

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2	
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00003781	m4	Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,0000132	m4	
Flecha poste inferior =	0,01	m	
Flecha poste superior =	0,01	m	
Flecha total (< 1,5%) =	0,02	m	Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste
TIPO DE POSTE	3		

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior =	Cumple
Flecha total (<1,5%) =	Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 70

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	24	
Vano posterior =	21	
Vano medio =	22,5	m
Radio de curvatura =	366	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-2	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	2	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-4,5	m
Longitud ménsula 2 =	4,5	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	287,7525	N
Peso HC-2 =	287,7525	N
Peso HC-3 =	287,7525	N
Peso HC-4 =	287,7525	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-575,505	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	575,505	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	441	N
Peso ménsula 2 =	441	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	0	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	-25	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	-25	cm
HC 1. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	87,83	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	-25	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	-25	cm
HC 2. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	88,70	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	1730	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	10380	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	10380	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	4383	N.m.

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **Kp**
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0** **N.m.**
 Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) = 0,7 Kp/m

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto) 3 Kp/m

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-2	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	2	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 22,5 m

Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-4,5	m
Longitud ménsula 2 =	4,5	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 =	154,35	N
Peso debido al hielo en HC-2 =	154,35	N
Peso debido al hielo en HC-3 =	154,35	N
Peso debido al hielo en HC-4 =	154,35	N
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 =	-308,7	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 =	308,7	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 =	0	N.m.
Peso del hielo en la ménsula 1 =	132,3	N

Peso del hielo en la ménsula 2 =	132,3	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	0	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España: 29 m/s
 En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
 Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	166,5	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	166,5	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	999	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	999	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	1998	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	6846	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	6846	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	2891	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente 519 N.m Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) Kp Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento 0 N.m

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste =	519	N.m.
Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior =	219	N.m.

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo
 En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO
 Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s 29 m/s
 En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:		
Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	129,6	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	129,6	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	583	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4700	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1984	N.m.

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	22393,8	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	6784,7	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	23399,03	N.m ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	9456,2	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	2699,41	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	9833,95	N.m ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00003781	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,0000132	m4
Flecha poste inferior =	0,01	m
Flecha poste superior =	0,01	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,02	m
TIPO DE POSTE	3	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior =	Cumple
Flecha total (< 1,5%) =	Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 71

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	21	
Vano posterior =	17	
Vano medio =	19	m
Radio de curvatura =	366	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-4,5	m
Longitud ménsula 2 =	4,5	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	242,991	N
Peso HC-2 =	242,991	N
Peso HC-3 =	242,991	N
Peso HC-4 =	242,991	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-425,23425	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	425,23425	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	441	N
Peso ménsula 2 =	441	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	0	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	-25	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 1. Descentramiento posterior	20	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	51,93	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	-25	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 2. Descentramiento posterior	20	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	53,36	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	1032	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	6192	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	6192	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	2614	N.m
A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp)		Kp
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento	0	N.m
Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal		
Esfuerzo transversal variable		
Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo		
HIELO		
Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) =	0,7	Kp/m
Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto)	3	Kp/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2.	19	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-4,5	m
Longitud ménsula 2 =	4,5	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:		
Peso debido al hielo en HC-1 =	130,34	N
Peso debido al hielo en HC-2 =	130,34	N
Peso debido al hielo en HC-3 =	130,34	N
Peso debido al hielo en HC-4 =	130,34	N
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 =	-228,095	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 =	228,095	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 =	0	N.m.
Peso del hielo en la ménsula 1 =	132,3	N

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	132,3	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	0	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España:
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	140,6	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	140,6	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	843,6	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	843,6	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	1687,2	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	6535	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	6535	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	2759	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente **310 N.m** Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) Kp Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0 N.m**

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste =	310	N.m.
Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior =	131	N.m.

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo
En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO
Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s

En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:

Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	129,6	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	129,6	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	583	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4700	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1984	N.m.

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	16545,1	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	6513	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	17780,87	N.m ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	6984,9	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	2651,1	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	7471,09	N.m ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionr el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00003781	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,0000132	m4
Flecha poste inferior =	0,01	m
Flecha poste superior =	0	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,01	m
TIPO DE POSTE	3	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior=	Cumple
Flecha total (<1,5%)=	Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 72

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranvías así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia prestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	21	
Vano posterior =	17	
Vano medio =	19	m
Radio de curvatura =	366	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-2	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	2	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-4,5	m
Longitud ménsula 2 =	4,5	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	242,991	N
Peso HC-2 =	242,991	N
Peso HC-3 =	242,991	N
Peso HC-4 =	242,991	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-485,982	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	485,982	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	441	N
Peso ménsula 2 =	441	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	0	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	-20	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 1. Descentramiento posterior	25	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	-280,75	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	-20	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 2. Descentramiento posterior	25	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	-301,20	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	5703	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	34218	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	34218	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	14448	N.m.

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **Kp**
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0** **N.m.**
 Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) = 0,7 Kp/m

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto) 3 Kp/m

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-2	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	2	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 19 m

Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-4,5	m
Longitud ménsula 2 =	4,5	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 =	130,34	N
Peso debido al hielo en HC-2 =	130,34	N
Peso debido al hielo en HC-3 =	130,34	N
Peso debido al hielo en HC-4 =	130,34	N
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 =	-260,68	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 =	260,68	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 =	0	N.m.
Peso del hielo en la ménsula 1 =	132,3	N

Peso del hielo en la ménsula 2 =	132,3	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	0	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España:
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	140,6	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	140,6	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	843,6	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	843,6	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	1687,2	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	6535	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	6535	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	2759	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente **1711 N.m** Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) Kp Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0 N.m**

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste =	1711	N.m.
Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior =	722	N.m.

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo
En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s	29	m/s
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos: Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:		
Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	129,6	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	129,6	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	583	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4700	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1984	N.m.

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	52978,9	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	8334,3	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	53630,44	N.m ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	22369,1	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	2975,5	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	22566,13	N.m ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00003781	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,0000132	m4
Flecha poste inferior =	0,04	m
Flecha poste superior =	0,03	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,07	m
TIPO DE POSTE	3	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior =	Cumple
Flecha total (< 1,5%) =	Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 73

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	11	
Vano posterior =	11	
Vano medio =	11	m
Radio de curvatura =	46,7	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-2	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	2	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-4,5	m
Longitud ménsula 2 =	4,5	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	140,679	N
Peso HC-2 =	140,679	N
Peso HC-3 =	140,679	N
Peso HC-4 =	140,679	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-281,358	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	281,358	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	441	N
Peso ménsula 2 =	441	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	0	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	20	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	25	cm
HC 1. Descentramiento posterior	25	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	-358,25	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	20	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	25	cm
HC 2. Descentramiento posterior	25	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	-341,84	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	6861	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	41166	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	41166	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	17381	N.m.

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **Kp**
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0** **N.m.**
 Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) = 0,7 Kp/m

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto) 3 Kp/m

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-2	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	2	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 11 m

Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-4,5	m
Longitud ménsula 2 =	4,5	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 =	75,46	N
Peso debido al hielo en HC-2 =	75,46	N
Peso debido al hielo en HC-3 =	75,46	N
Peso debido al hielo en HC-4 =	75,46	N
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 =	-150,92	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 =	150,92	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 =	0	N.m.
Peso del hielo en la ménsula 1 =	132,3	N

Peso del hielo en la ménsula 2 =	132,3	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	0	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España:
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	81,4	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	81,4	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	488,4	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	488,4	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	976,8	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	5825	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	5825	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	2459	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente **2058 N.m** Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) Kp Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0 N.m**

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste =	2058	N.m.
Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior =	869	N.m.

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo
En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:		
Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	129,6	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	129,6	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	583	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4700	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1984	N.m.

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	61088,3	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	8785,4	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	61716,8	N.m ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	25792	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	3056,18	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	25972,44	N.m ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2	
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00003781	m4	Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,0000132	m4	
Flecha poste inferior =	0,05	m	
Flecha poste superior =	0,03	m	
Flecha total (< 1,5%) =	0,08	m	Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste
TIPO DE POSTE	3		

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior =	Cumple
Flecha total (< 1,5%) =	Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 74

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas

Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos

Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia prestablecida. Ver pestaña "Postes".

La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas

La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.

Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante

La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	11	
Vano posterior =	17	
Vano medio =	14	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-2	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	2	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-4,5	m
Longitud ménsula 2 =	4,5	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	179,046	N
Peso HC-2 =	179,046	N
Peso HC-3 =	179,046	N
Peso HC-4 =	179,046	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-358,092	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	358,092	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	441	N
Peso ménsula 2 =	441	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	0	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	20	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	25	cm
HC 1. Descentramiento posterior	25	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	-347,27	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	20	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	25	cm
HC 2. Descentramiento posterior	25	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	-341,76	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	6752	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	40512	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	40512	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	17105	N.m.
A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp)	-88,18	Kp
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento	-5530,6496	N.m.
Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal		
Esfuerzo transversal variable		
Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo		
HIELO		
Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) =	0,7	Kp/m
Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto)	3	Kp/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-2	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	2	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2.	14	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-4,5	m
Longitud ménsula 2 =	4,5	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:		
Peso debido al hielo en HC-1 =	96,04	N
Peso debido al hielo en HC-2 =	96,04	N
Peso debido al hielo en HC-3 =	96,04	N
Peso debido al hielo en HC-4 =	96,04	N
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 =	-192,08	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 =	192,08	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 =	0	N.m.
Peso del hielo en la ménsula 1 =	132,3	N

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores. Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	132,3	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	0	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España:
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	103,6	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	103,6	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	621,6	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	621,6	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	1243,2	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	6091	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	6091	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	2572	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente **2026 N.m** Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) 1497,4 Kp Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **93916,928 N.m**

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste = 95942,928 N.m.
Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior = 40509 N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo
En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:		
Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	129,6	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	129,6	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	583	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4700	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1984	N.m

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	67773,74	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	130835,81	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	147347,51	N.m ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	22544,39	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	24814,14	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	33525,98	N.m ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00008396	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,00002442	m4
Flecha poste inferior =	0,05	m
Flecha poste superior =	0,04	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,09	m
TIPO DE POSTE	5	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior=	Cumple
Flecha total (<1,5%)=	Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 75

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	17	
Vano posterior =	25	
Vano medio =	21	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	3	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	3	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	-3	m
Longitud ménsula 3 =	3	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	268,569	N
Peso HC-2 =	268,569	N
Peso HC-3 =	268,569	N
Peso HC-4 =	268,569	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-469,99575	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	-469,99575	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	469,99575	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	294	N
Peso ménsula 2 =	294	N
Peso ménsula 3 =	294	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	-441	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	-910,99575	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	25	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 1. Descentramiento posterior	0	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	-73,76	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	1	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	0	cm
HC 2. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	76,24	Kp
HC 3. Descentramiento anterior	25	cm
HC 3. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 3. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 3 =	-91,41	Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	2366	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	14196	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	15107	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	6379	N.m

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) 104,63 Kp
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento 6562,3936 N.m

Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) = 0,7 Kp/m

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto) 3 Kp/m

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil = 3 Ud

Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil = 6 m

Distancia del eje del poste al hilo 1 = -1,75 m

Distancia del eje del poste al hilo 2 = -1,75 m

Distancia del eje del poste al hilo 3 = 1,75 m

Distancia del eje del poste al hilo 4 = 0 m

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 21 m

Número de ménsulas sobre poste = 3 Ud

Longitud ménsula 1 = -3 m

Longitud ménsula 2 = -3 m

Longitud ménsula 3 = 3 m

Longitud ménsula 4 = 0 m

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 = 144,06 N

Peso debido al hielo en HC-2 = 144,06 N

Peso debido al hielo en HC-3 = 144,06 N

Peso debido al hielo en HC-4 = 144,06 N

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 = -252,105 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 = -252,105 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 = 252,105 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 = 0 N.m.

Peso del hielo en la ménsula 1 = 88,2 N

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	-132,3	N.m
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	-384,405	N.m

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España: 29 m/s
 En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
 Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	155,4	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	155,4	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	155,4	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	932,4	N.m
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	932,4	N.m
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	932,4	N.m
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	N.m
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	2797,2	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	7645	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	8029	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	3390	N.m

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente 755 N.m

Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) 1496,34 Kp
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento 93850,4448 N.m

Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste = 94605,4448 N.m

Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior = 39945 N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo
 En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s 29 m/s
 En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:		
Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m
Esfuerzo en la ménsula 1 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	389	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4506	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1903	N.m

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	38607,91	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	128844,88	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	134504,92	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	16301,72	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	24399,27	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	29344	N.m

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00008396	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,00002442	m4
Flecha poste inferior =	0,05	m
Flecha poste superior =	0,04	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,09	m
TIPO DE POSTE	5	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior =	Cumple
Flecha total (< 1,5%) =	Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 76

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	25	
Vano posterior =	30	
Vano medio =	27,5	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	4	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	1,75	m
Número de ménsulas sobre poste =	4	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	-3	m
Longitud ménsula 3 =	3	m
Longitud ménsula 4 =	3	m
Peso HC-1 =	351,6975	N
Peso HC-2 =	351,6975	N
Peso HC-3 =	351,6975	N
Peso HC-4 =	351,6975	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-615,470625	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	-615,470625	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	615,470625	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	615,470625	N.m.
Peso ménsula 1 =	294	N
Peso ménsula 2 =	294	N
Peso ménsula 3 =	294	N
Peso ménsula 4 =	294	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	0	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	0	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 1. Descentramiento posterior	0	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	22,00	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	20	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	0	cm
HC 2. Descentramiento posterior	20	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	22,00	Kp
HC 3. Descentramiento anterior	20	cm
HC 3. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 3. Descentramiento posterior	0	cm
Esfuerzo radial HC 3 =	34,00	Kp
HC 4. Descentramiento anterior	-175	cm
HC 4. Descentramiento en el perfil	0	cm
HC 4. Descentramiento posterior	20	cm
Esfuerzo radial HC 4 =	-95,00	Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	1695	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	10170	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	10170	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	4294	N.m.

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **Kp**
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0** **N.m.**
 Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) =	0,7	Kp/m
Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto)	3	Kp/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	4	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	1,75	m

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2.	27,5	m
Número de ménsulas sobre poste =	4	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	-3	m
Longitud ménsula 3 =	3	m
Longitud ménsula 4 =	3	m

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 =	188,65	N
Peso debido al hielo en HC-2 =	188,65	N
Peso debido al hielo en HC-3 =	188,65	N
Peso debido al hielo en HC-4 =	188,65	N
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 =	-330,1375	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 =	-330,1375	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 =	330,1375	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 =	330,1375	N.m.
Peso del hielo en la ménsula 1 =	88,2	N

Peso del hielo en la ménsula 2 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	88,2	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	0	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España:
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	203,5	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	203,5	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	203,5	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	203,5	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1221	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1221	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	1221	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	1221	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	4884	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	9732	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	9732	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	4109	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente **509 N.m** Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) Kp Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0 N.m**

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste =	509	N.m.
Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior =	215	N.m.

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo
En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:		
Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	86,4	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	518	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4635	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1957	N.m.

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	25872,6	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	6687,2	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	26722,84	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	10923,9	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	2662,11	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	11243,59	N.m

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00003781	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,0000132	m4
Flecha poste inferior =	0,01	m
Flecha poste superior =	0,01	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,02	m
TIPO DE POSTE	3	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior =	Cumple
Flecha total (<1,5%) =	Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 77

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia prestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	30	
Vano posterior =	33	
Vano medio =	31,5	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	4	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	1,75	m
Número de ménsulas sobre poste =	4	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	-3	m
Longitud ménsula 3 =	3	m
Longitud ménsula 4 =	3	m
Peso HC-1 =	402,8535	N
Peso HC-2 =	402,8535	N
Peso HC-3 =	402,8535	N
Peso HC-4 =	402,8535	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-704,993625	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	-704,993625	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	704,993625	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	704,993625	N.m.
Peso ménsula 1 =	294	N
Peso ménsula 2 =	294	N
Peso ménsula 3 =	294	N
Peso ménsula 4 =	294	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	0	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	-20	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	0	cm
HC 1. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	-19,09	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	0	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 2. Descentramiento posterior	175	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	60,45	Kp
HC 3. Descentramiento anterior	-20	cm
HC 3. Descentramiento en el perfil	0	cm
HC 3. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 3 =	-19,09	Kp
HC 4. Descentramiento anterior	0	cm
HC 4. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 4. Descentramiento posterior	0	cm
Esfuerzo radial HC 4 =	-19,09	Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	1154	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	6924	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	6924	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	2923	N.m.
A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp)		Kp
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento	0	N.m.
Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal		
Esfuerzo transversal variable		
Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo		
HIELO		
Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) =	0,7	Kp/m
Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto)	3	Kp/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	4	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	1,75	m
Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2.	31,5	m
Número de ménsulas sobre poste =	4	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	-3	m
Longitud ménsula 3 =	3	m
Longitud ménsula 4 =	3	m
Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:		
Peso debido al hielo en HC-1 =	216,09	N
Peso debido al hielo en HC-2 =	216,09	N
Peso debido al hielo en HC-3 =	216,09	N
Peso debido al hielo en HC-4 =	216,09	N
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 =	-378,1575	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 =	-378,1575	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 =	378,1575	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 =	378,1575	N.m.
Peso del hielo en la ménsula 1 =	88,2	N

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	88,2	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	0	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España:
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	233,1	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	233,1	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	233,1	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	233,1	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1398,6	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1398,6	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	1398,6	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	1398,6	N.m.
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	5594,4	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	10442	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	10442	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	4409	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente **346 N.m** Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) Kp Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0 N.m**

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste =	346	N.m.
Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior =	146	N.m.

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo
En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:		
Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	86,4	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	518	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4635	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1957	N.m.

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	22575,8	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	6475,3	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	23486,09	N.m ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	9531,6	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	2624,24	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	9886,25	N.m ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00003781	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,0000132	m4
Flecha poste inferior =	0,01	m
Flecha poste superior =	0,01	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,02	m
TIPO DE POSTE	3	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior =	Cumple
Flecha total (<1,5%) =	Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 78

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas

Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos

Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".

La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas

La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.

Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante

La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	33	
Vano posterior =	30	
Vano medio =	31,5	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	3	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	3	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	3	m
Longitud ménsula 3 =	3	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	402,8535	N
Peso HC-2 =	402,8535	N
Peso HC-3 =	402,8535	N
Peso HC-4 =	402,8535	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-704,993625	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	704,993625	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	704,993625	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	294	N
Peso ménsula 2 =	294	N
Peso ménsula 3 =	294	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	441	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	1145,99363	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	0	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 1. Descentramiento posterior	0	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	19,09	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	0	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 2. Descentramiento posterior	-175	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	-68,41	Kp
HC 3. Descentramiento anterior	20	cm
HC 3. Descentramiento en el perfil	0	cm
HC 3. Descentramiento posterior	20	cm
Esfuerzo radial HC 3 =	19,09	Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	1045	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	6270	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	7416	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	3131	N.m.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) -79,55 Kp

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento -4989,376 N.m

Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) = 0,7 Kp/m

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto) 3 Kp/m

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil = 3 Ud

Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil = 6 m

Distancia del eje del poste al hilo 1 = -1,75 m

Distancia del eje del poste al hilo 2 = 1,75 m

Distancia del eje del poste al hilo 3 = 1,75 m

Distancia del eje del poste al hilo 4 = 0 m

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 31,5 m

Número de ménsulas sobre poste = 3 Ud

Longitud ménsula 1 = -3 m

Longitud ménsula 2 = 3 m

Longitud ménsula 3 = 3 m

Longitud ménsula 4 = 0 m

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 = 216,09 N

Peso debido al hielo en HC-2 = 216,09 N

Peso debido al hielo en HC-3 = 216,09 N

Peso debido al hielo en HC-4 = 216,09 N

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 = -378,1575 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 = 378,1575 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 = 378,1575 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 = 0 N.m.

Peso del hielo en la ménsula 1 = 88,2 N

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.

Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.

Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	132,3	N.m
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	510,4575	N.m

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España:
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	233,1	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	233,1	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	233,1	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1398,6	N.m
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1398,6	N.m
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	1398,6	N.m
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	N.m
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	4195,8	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	9044	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	9554	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	4034	N.m

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente

Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp)	1497,89	Kp
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento	93947,6608	N.m

Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste = 94318,6608 N.m

Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior = 39823 N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:		
Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m
Esfuerzo en la ménsula 1 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	389	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4506	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1903	N.m

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	28547,18	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	128472,06	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	131605,52	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	6575,89	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	24332,3	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	25205,22	N.m

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00008396	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,00002442	m4
Flecha poste inferior =	0,05	m
Flecha poste superior =	0,04	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,09	m
TIPO DE POSTE	5	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =
Momento Total en la base del tubo superior=
Flecha total (<1,5%)=

Cumple
Cumple
Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 79

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia prestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	30	
Vano posterior =	28	
Vano medio =	29	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	3	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	370,881	N
Peso HC-2 =	370,881	N
Peso HC-3 =	370,881	N
Peso HC-4 =	370,881	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-649,04175	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	649,04175	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	294	N
Peso ménsula 2 =	294	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	0	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	-20	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 1. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	-41,43	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	0	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 2. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	-31,43	Kp
HC 3. Descentramiento anterior	0	cm
HC 3. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 3. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 3 =	0	Kp
HC 4. Descentramiento anterior	0	cm
HC 4. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 4. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 4 =	0	Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	714	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	4284	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	4284	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	1809	N.m
A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp)	87,39	Kp
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento	5481,1008	N.m
Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal		
Esfuerzo transversal variable		
Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo		
HIELO		
Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) =	0,7	Kp/m
Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto)	3	Kp/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2.	29	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-3	m
Longitud ménsula 2 =	3	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:		
Peso debido al hielo en HC-1 =	198,94	N
Peso debido al hielo en HC-2 =	198,94	N
Peso debido al hielo en HC-3 =	198,94	N
Peso debido al hielo en HC-4 =	198,94	N
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 =	-348,145	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 =	348,145	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 =	0	N.m.
Peso del hielo en la ménsula 1 =	88,2	N

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	88,2	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	0	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España: 29 m/s
 En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
 Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	214,6	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	214,6	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1287,6	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1287,6	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	2575,2	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	7423	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	7423	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	3134	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente 214 N.m

Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp)	1497,45	Kp
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento	93920,064	N.m

Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste =	94134,064	N.m.
Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior =	39745	N.m.

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo
 En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s 29 m/s
 En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:		
Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	86,4	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	259	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4376	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1848	N.m.

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	22344,53	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	128063,08	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	129997,81	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	9434,42	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	24217,99	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	25990,75	N.m

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00008396	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,00002442	m4
Flecha poste inferior =	0,05	m
Flecha poste superior =	0,04	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,09	m
TIPO DE POSTE	5	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior =	Cumple
Flecha total (<1,5%) =	Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 80

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	28	
Vano posterior =	20	
Vano medio =	24	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	2,5	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	1	Ud
Longitud ménsula 1 =	7	m
Longitud ménsula 2 =	0	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	306,936	N
Peso HC-2 =	306,936	N
Peso HC-3 =	306,936	N
Peso HC-4 =	306,936	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	767,34	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	1841,616	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	686	N
Peso ménsula 2 =	0	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	2401	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	5009,956	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	20	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 1. Descentramiento posterior	25	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	55,18	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	20	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 2. Descentramiento posterior	25	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	55,18	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	1082	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	6492	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	11502	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	4856	N.m

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **Kp**
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0** **N.m**
 Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) = 0,7 Kp/m

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto) = 3 Kp/m

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	2,5	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 24 m

Número de ménsulas sobre poste =	1	Ud
Longitud ménsula 1 =	7	m
Longitud ménsula 2 =	0	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 =	164,64	N
Peso debido al hielo en HC-2 =	164,64	N
Peso debido al hielo en HC-3 =	164,64	N
Peso debido al hielo en HC-4 =	164,64	N
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 =	411,6	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 =	987,84	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 =	0	N.m.
Peso del hielo en la ménsula 1 =	205,8	N

Peso del hielo en la ménsula 2 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	720,3	N.m
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	2119,74	N.m

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España: 29 m/s
 En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
 Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	177,6	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	177,6	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	1065,6	N.m
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	1065,6	N.m
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	2131,2	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	6979	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	9099	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	3842	N.m

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente 575 N.m Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) Kp Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento 0 N.m

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste =	575	N.m
Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior =	243	N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo
 En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s	29	m/s
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos: Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:		
Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m
Esfuerzo en la ménsula 1 =	201,61	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	706	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4823	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	2036	N.m

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	26781,24	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	7017,4	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	27685,35	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	11307,4	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	2780,18	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	11644,17	N.m

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionr el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00003781	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,0000132	m4
Flecha poste inferior =	0,01	m
Flecha poste superior =	0,01	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,02	m
TIPO DE POSTE	3	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior=	Cumple
Flecha total (<1,5%)=	Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 81

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia prestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	20	
Vano posterior =	13,5	
Vano medio =	16,75	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	2,5	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	1	Ud
Longitud ménsula 1 =	7	m
Longitud ménsula 2 =	0	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	214,21575	N
Peso HC-2 =	214,21575	N
Peso HC-3 =	214,21575	N
Peso HC-4 =	214,21575	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	535,539375	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	1285,2945	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	686	N
Peso ménsula 2 =	0	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	2401	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	4221,83388	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	-20	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	25	cm
HC 1. Descentramiento posterior	25	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	-163,75	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	-20	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	25	cm
HC 2. Descentramiento posterior	25	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	-194,86	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	3514	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	21084	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	25306	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	10685	N.m

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **Kp**

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0 N.m**

Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) = 0,7 Kp/m

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto) = 3 Kp/m

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	2,5	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 16,75 m

Número de ménsulas sobre poste =	1	Ud
Longitud ménsula 1 =	7	m
Longitud ménsula 2 =	0	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 =	114,905	N
Peso debido al hielo en HC-2 =	114,905	N
Peso debido al hielo en HC-3 =	114,905	N
Peso debido al hielo en HC-4 =	114,905	N
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 =	287,2625	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 =	689,43	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 =	0	N.m.
Peso del hielo en la ménsula 1 =	205,8	N

Peso del hielo en la ménsula 2 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	720,3	N.m
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	1696,9925	N.m

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España: 29 m/s
 En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
 Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	123,95	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	123,95	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	743,7	N.m
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	743,7	N.m
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	1487,4	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	6335	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	8032	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	3391	N.m

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente 1265 N.m

Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) Kp
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento 0 N.m

Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste = 1265 N.m
Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior = 534 N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo
 En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s 29 m/s
 En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:		
Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m
Esfuerzo en la ménsula 1 =	201,61	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	706	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4823	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	2036	N.m

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	43339,18	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	7914,4	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	44055,9	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	18298,8	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	2939,91	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	18533,46	N.m

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00003781	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,0000132	m4
Flecha poste inferior =	0,03	m
Flecha poste superior =	0,02	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,05	m
TIPO DE POSTE	3	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior =	Cumple
Flecha total (< 1,5%) =	Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 82

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia prestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	13,5	
Vano posterior =	11,5	
Vano medio =	12,5	m
Radio de curvatura =	47	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-2,5	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	-6	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	1	Ud
Longitud ménsula 1 =	-7	m
Longitud ménsula 2 =	0	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	159,8625	N
Peso HC-2 =	159,8625	N
Peso HC-3 =	159,8625	N
Peso HC-4 =	159,8625	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-399,65625	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	-959,175	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	686	N
Peso ménsula 2 =	0	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	-2401	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	-3759,83125	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	25	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	25	cm
HC 1. Descentramiento posterior	25	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	-365,85	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	25	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	25	cm
HC 2. Descentramiento posterior	25	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	-352,11	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	7036	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	42216	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	45976	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	19412	N.m

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **Kp**
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0** **N.m**
 Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) = 0,7 Kp/m

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto) = 3 Kp/m

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-2,5	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	-6	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 12,5 m

Número de ménsulas sobre poste =	1	Ud
Longitud ménsula 1 =	-7	m
Longitud ménsula 2 =	0	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 =	85,75	N
Peso debido al hielo en HC-2 =	85,75	N
Peso debido al hielo en HC-3 =	85,75	N
Peso debido al hielo en HC-4 =	85,75	N
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 =	-214,375	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 =	-514,5	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 =	0	N.m.
Peso del hielo en la ménsula 1 =	205,8	N

Peso del hielo en la ménsula 2 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	-720,3	N.m
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	-1449,175	N.m

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España: 29 m/s
 En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
 Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	92,5	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	92,5	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	555	N.m
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	555	N.m
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	1110	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	5958	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	7407	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	3127	N.m

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente 2299 N.m Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) Kp Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento 0 N.m

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste =	2299	N.m
Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior =	971	N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo
 En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s	29	m/s
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:		
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:		
Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m
Esfuerzo en la ménsula 1 =	201,61	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	706	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4823	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	2036	N.m

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	69397,68	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	9258,6	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	70012,57	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	29300,7	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	3179,77	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	29472,73	N.m

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00003781	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,0000132	m4
Flecha poste inferior =	0,05	m
Flecha poste superior =	0,03	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,08	m
TIPO DE POSTE	3	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior =	Cumple
Flecha total (< 1,5%) =	Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 83

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	11,5	
Vano posterior =	11	
Vano medio =	11,25	m
Radio de curvatura =	47	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-2,5	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	-6	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	1	Ud
Longitud ménsula 1 =	-7	m
Longitud ménsula 2 =	0	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	143,87625	N
Peso HC-2 =	143,87625	N
Peso HC-3 =	143,87625	N
Peso HC-4 =	143,87625	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-359,690625	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	-863,2575	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	686	N
Peso ménsula 2 =	0	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	-2401	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	-3623,94813	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	25	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	25	cm
HC 1. Descentramiento posterior	25	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	-359,42	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	25	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	25	cm
HC 2. Descentramiento posterior	25	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	-339,20	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	6846	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	41076	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	44700	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	18873	N.m

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **Kp**
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0** **N.m**
 Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) = 0,7 Kp/m

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto) = 3 Kp/m

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-2,5	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	-6	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 11,25 m

Número de ménsulas sobre poste =	1	Ud
Longitud ménsula 1 =	-7	m
Longitud ménsula 2 =	0	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 =	77,175	N
Peso debido al hielo en HC-2 =	77,175	N
Peso debido al hielo en HC-3 =	77,175	N
Peso debido al hielo en HC-4 =	77,175	N
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 =	-192,9375	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 =	-463,05	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 =	0	N.m.
Peso del hielo en la ménsula 1 =	205,8	N

Peso del hielo en la ménsula 2 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	-720,3	N.m
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	-1376,2875	N.m

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España: 29 m/s
 En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
 Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	83,25	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	83,25	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	499,5	N.m
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	499,5	N.m
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	999	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	5847	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	7223	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	3050	N.m

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente 2235 N.m Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) Kp Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento 0 N.m

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste =	2235	N.m
Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior =	944	N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo
 En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s	29	m/s
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:		
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:		
Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m
Esfuerzo en la ménsula 1 =	201,61	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	706	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4823	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	2036	N.m

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	67499,83	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	9175,4	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	68120,59	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	28499,9	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	3164,95	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	28675,1	N.m

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00003781	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,0000132	m4
Flecha poste inferior =	0,05	m
Flecha poste superior =	0,03	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,08	m
TIPO DE POSTE	3	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior=	Cumple
Flecha total (<1,5%)=	Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 84

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	11	
Vano posterior =	11,5	
Vano medio =	11,25	m
Radio de curvatura =	47	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-2,5	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	-6	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	1	Ud
Longitud ménsula 1 =	-7	m
Longitud ménsula 2 =	0	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	143,87625	N
Peso HC-2 =	143,87625	N
Peso HC-3 =	143,87625	N
Peso HC-4 =	143,87625	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-359,690625	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	-863,2575	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	686	N
Peso ménsula 2 =	0	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	-2401	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	-3623,94813	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	25	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	25	cm
HC 1. Descentramiento posterior	25	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	-359,42	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	25	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	25	cm
HC 2. Descentramiento posterior	25	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	-339,20	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	6846	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	41076	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	44700	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	18873	N.m

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) -68,05 Kp

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento -4268,096 N.m

Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) = 0,7 Kp/m

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto) 3 Kp/m

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil = 2 Ud

Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil = 6 m

Distancia del eje del poste al hilo 1 = -2,5 m

Distancia del eje del poste al hilo 2 = -6 m

Distancia del eje del poste al hilo 3 = 0 m

Distancia del eje del poste al hilo 4 = 0 m

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 11,25 m

Número de ménsulas sobre poste = 1 Ud

Longitud ménsula 1 = -7 m

Longitud ménsula 2 = 0 m

Longitud ménsula 3 = 0 m

Longitud ménsula 4 = 0 m

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 = 77,175 N

Peso debido al hielo en HC-2 = 77,175 N

Peso debido al hielo en HC-3 = 77,175 N

Peso debido al hielo en HC-4 = 77,175 N

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 = -192,9375 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 = -463,05 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 = 0 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 = 0 N.m.

Peso del hielo en la ménsula 1 = 205,8 N

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	-720,3	N.m
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	-1376,2875	N.m

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España: 29 m/s
 En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
 Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	83,25	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	83,25	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	499,5	N.m
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	499,5	N.m
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	999	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	5847	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	7223	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	3050	N.m

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente 2235 N.m

Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) 1498,46 Kp
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento 93983,4112 N.m

Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste = 96218,4112 N.m

Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior = 40626 N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s 29 m/s

En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:

Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m
Esfuerzo en la ménsula 1 =	201,61	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	706	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4823	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	2036	N.m

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	73048,36	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	131353,83	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	150299,34	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	26157,19	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	24945,96	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	36145,53	N.m

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00008396	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,00002442	m4
Flecha poste inferior =	0,05	m
Flecha poste superior =	0,04	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,09	m
TIPO DE POSTE	5	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =

Cumple

Momento Total en la base del tubo superior=

Cumple

Flecha total (<1,5%)=

Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 85

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	11,5	
Vano posterior =	16,5	
Vano medio =	14	m
Radio de curvatura =	47	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	3	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-2,5	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	-6	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	1	Ud
Longitud ménsula 1 =	-7	m
Longitud ménsula 2 =	0	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	179,046	N
Peso HC-2 =	179,046	N
Peso HC-3 =	179,046	N
Peso HC-4 =	179,046	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-447,615	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	-1074,276	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	686	N
Peso ménsula 2 =	0	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	-2401	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	-3922,891	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	25	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	25	cm
HC 1. Descentramiento posterior	25	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	-384,63	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	25	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	25	cm
HC 2. Descentramiento posterior	25	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	-358,97	Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	7287	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	43722	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	47645	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	20117	N.m

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **Kp**
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0** **N.m**

Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) = 0,7 Kp/m

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto) = 3 Kp/m

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	3	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-2,5	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	-6	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 14 m

Número de ménsulas sobre poste =	1	Ud
Longitud ménsula 1 =	-7	m
Longitud ménsula 2 =	0	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 =	96,04	N
Peso debido al hielo en HC-2 =	96,04	N
Peso debido al hielo en HC-3 =	96,04	N
Peso debido al hielo en HC-4 =	96,04	N
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 =	-240,1	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 =	-576,24	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 =	0	N.m.
Peso del hielo en la ménsula 1 =	205,8	N

Peso del hielo en la ménsula 2 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	-720,3	N.m
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	-1536,64	N.m

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España:
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	103,6	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	103,6	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	621,6	N.m
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	621,6	N.m
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	1243,2	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	6091	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	7628	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	3221	N.m

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente

2382 N.m

Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp)

Kp

Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento

0 N.m

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste = 2382 N.m

Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior = 1006 N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s

29 m/s

En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:

Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m
Esfuerzo en la ménsula 1 =	201,61	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	706	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4823	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	2036	N.m

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =

1,3

Coefficiente de seguridad de cargas variables =

1,3

Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =

71854,76 N.m

Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =

9366,5 N.m

Momento TOTAL en la base del poste =

72462,67 N.m

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =

30339,4 N.m

Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =

3198,98 N.m

Momento TOTAL en la base del tubo superior =

30507,58 N.m

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =

2,1E+11 Kg/cm2

Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =

0,00005852 m4

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =

0,0000132 m4

Flecha poste inferior =

0,03 m

Flecha poste superior =

0,03 m

Flecha total (< 1,5%) =

0,06 m

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

TIPO DE POSTE

2

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =

Cumple

Momento Total en la base del tubo superior =

Cumple

Flecha total (< 1,5%) =

Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 86

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas

Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos

Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia prestablecida. Ver pestaña "Postes".

La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas

La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.

Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante

La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	16,5	
Vano posterior =	25	
Vano medio =	20,75	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	2	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-6	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	-6	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	-2,5	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	-7	m
Longitud ménsula 2 =	-7	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	265,37175	N
Peso HC-2 =	265,37175	N
Peso HC-3 =	265,37175	N
Peso HC-4 =	265,37175	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-1592,2305	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	-1592,2305	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	-663,429375	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	686	N
Peso ménsula 2 =	686	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	-4802	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	-8649,89038	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	25	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 1. Descentramiento posterior	20	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	-93,82	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	25	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 2. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	-96,73	Kp
HC 3. Descentramiento anterior	1,4	cm
HC 3. Descentramiento en el perfil	-0,2	cm
HC 3. Descentramiento posterior	-0,2	cm
Esfuerzo radial HC 3 =	68,00	Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	-1201	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	-7206	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	15856	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	6695	N.m

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores. Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) -435,06 Kp

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento -27286,9632 N.m

Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) = 0,7 Kp/m

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto) 3 Kp/m

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil = 2 Ud

Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil = 6 m

Distancia del eje del poste al hilo 1 = -6 m

Distancia del eje del poste al hilo 2 = -6 m

Distancia del eje del poste al hilo 3 = -2,5 m

Distancia del eje del poste al hilo 4 = 0 m

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 20,75 m

Número de ménsulas sobre poste = 2 Ud

Longitud ménsula 1 = -7 m

Longitud ménsula 2 = -7 m

Longitud ménsula 3 = 0 m

Longitud ménsula 4 = 0 m

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de

hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 = 142,345 N

Peso debido al hielo en HC-2 = 142,345 N

Peso debido al hielo en HC-3 = 142,345 N

Peso debido al hielo en HC-4 = 142,345 N

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 = -854,07 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 = -854,07 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 = -355,8625 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 = 0 N.m.

Peso del hielo en la ménsula 1 = 205,8 N

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	205,8	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	-1440,6	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	-3504,6025	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España: 29 m/s
 En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
 Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	153,55	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	153,55	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	153,55	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	921,3	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	921,3	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	921,3	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	N.m.
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	2763,9	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	7612	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	11117	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	4694	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente 793 N.m

Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) 1435,52 Kp
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento 90035,8144 N.m

Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste = 90828,8144 N.m.

Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior = 38350 N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s 29 m/s
 En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:

Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	201,61	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	201,61	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	1411	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	5528	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	2334	N.m.

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	70537,81	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	125263,86	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	143758,89	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	-171,81	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	24084,09	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	24084,7	N.m

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00008396	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,00002442	m4
Flecha poste inferior =	0,05	m
Flecha poste superior =	0,04	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,09	m
TIPO DE POSTE	5	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior =	Cumple
Flecha total (<1,5%) =	Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 87

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranvías así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	25	
Vano posterior =	20	
Vano medio =	22,5	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	4	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	2,5	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	2,5	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	6	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	7	m
Longitud ménsula 2 =	7	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	287,7525	N
Peso HC-2 =	287,7525	N
Peso HC-3 =	287,7525	N
Peso HC-4 =	287,7525	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	719,38125	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	719,38125	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	1726,515	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	1726,515	N.m.
Peso ménsula 1 =	686	N
Peso ménsula 2 =	686	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	4802	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	9693,7925	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	-20	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 1. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	0,00	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	20	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 2. Descentramiento posterior	20	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	0,00	Kp
HC 3. Descentramiento anterior	20	cm
HC 3. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 3. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 3 =	24,00	Kp
HC 4. Descentramiento anterior	250	cm
HC 4. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 4. Descentramiento posterior	20	cm
Esfuerzo radial HC 4 =	138,00	Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	1588	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	9528	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	19222	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	8116	N.m

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **Kp**
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0** **N.m**

Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) = 0,7 Kp/m

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto) = 3 Kp/m

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil = 4 Ud

Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil = 6 m

Distancia del eje del poste al hilo 1 = 2,5 m

Distancia del eje del poste al hilo 2 = 2,5 m

Distancia del eje del poste al hilo 3 = 6 m

Distancia del eje del poste al hilo 4 = 6 m

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 22,5 m

Número de ménsulas sobre poste = 2 Ud

Longitud ménsula 1 = 7 m

Longitud ménsula 2 = 7 m

Longitud ménsula 3 = 0 m

Longitud ménsula 4 = 0 m

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 = 154,35 N

Peso debido al hielo en HC-2 = 154,35 N

Peso debido al hielo en HC-3 = 154,35 N

Peso debido al hielo en HC-4 = 154,35 N

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 = 385,875 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 = 385,875 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 = 926,1 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 = 926,1 N.m.

Peso del hielo en la ménsula 1 = 205,8 N

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	205,8	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	1440,6	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	4064,55	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España:
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	166,5	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	166,5	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	166,5	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	166,5	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	999	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	999	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	999	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	999	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	3996	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	8844	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	12909	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	5450	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente **961 N.m** Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **Kp** Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0 N.m**

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste = 961 N.m.
Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior = 406 N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo
En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO
Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s **29 m/s**

En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:

Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	201,61	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	201,61	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	1411	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	5528	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	2334	N.m

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	41770,03	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	8435,7	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	42613,34	N.m ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	17635,8	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	3257,05	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	17934,04	N.m ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00003781	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,0000132	m4
Flecha poste inferior =	0,02	m
Flecha poste superior =	0,01	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,03	m
TIPO DE POSTE	3	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior =	Cumple
Flecha total (<1,5%) =	Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 88

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia prestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	20	
Vano posterior =	22	
Vano medio =	21	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	4	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	2,5	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	2,5	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	6	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	7	m
Longitud ménsula 2 =	7	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	268,569	N
Peso HC-2 =	268,569	N
Peso HC-3 =	268,569	N
Peso HC-4 =	268,569	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	671,4225	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	671,4225	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	1611,414	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	1611,414	N.m.
Peso ménsula 1 =	686	N
Peso ménsula 2 =	686	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	4802	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	9367,673	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	-20	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 1. Descentramiento posterior	20	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	265,91	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	20	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 2. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	0,00	Kp
HC 3. Descentramiento anterior	-20	cm
HC 3. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 3. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 3 =	0,00	Kp
HC 4. Descentramiento anterior	20	cm
HC 4. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 4. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 4 =	-265,91	Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	0	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	0	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	9368	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	3955	N.m

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.

Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **Kp**
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0** **N.m**

Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) = 0,7 **Kp/m**

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto) 3 **Kp/m**

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil = 4 **Ud**

Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil = 6 **m**

Distancia del eje del poste al hilo 1 = 2,5 **m**

Distancia del eje del poste al hilo 2 = 2,5 **m**

Distancia del eje del poste al hilo 3 = 6 **m**

Distancia del eje del poste al hilo 4 = 6 **m**

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 21 **m**

Número de ménsulas sobre poste = 2 **Ud**

Longitud ménsula 1 = 7 **m**

Longitud ménsula 2 = 7 **m**

Longitud ménsula 3 = 0 **m**

Longitud ménsula 4 = 0 **m**

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 = 144,06 **N**

Peso debido al hielo en HC-2 = 144,06 **N**

Peso debido al hielo en HC-3 = 144,06 **N**

Peso debido al hielo en HC-4 = 144,06 **N**

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 = 360,15 **N.m.**

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 = 360,15 **N.m.**

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 = 864,36 **N.m.**

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 = 864,36 **N.m.**

Peso del hielo en la ménsula 1 = 205,8 **N**

Peso del hielo en la ménsula 2 =	205,8	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	1440,6	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	3889,62	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España: 29 m/s
 En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
 Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	155,4	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	155,4	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	155,4	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	155,4	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	932,4	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	932,4	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	932,4	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	932,4	N.m.
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	3729,6	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	8577	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	12467	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	5264	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente 468 N.m Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) Kp Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento 0 N.m

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste =	468	N.m.
Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior =	198	N.m.

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo
 En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s 29 m/s
 En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:		
Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	201,61	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	201,61	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	1411	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	5528	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	2334	N.m.

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	28385,07	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	7794,8	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	29435,88	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	11984,7	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	3142,88	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	12389,94	N.m

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2	
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00003781	m4	Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,0000132	m4	
Flecha poste inferior =	0,01	m	
Flecha poste superior =	0,01	m	
Flecha total (< 1,5%) =	0,02	m	Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste
TIPO DE POSTE	3		

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior =	Cumple
Flecha total (<1,5%) =	Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 89

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	22	
Vano posterior =	21	
Vano medio =	21,5	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	4	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	2,5	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	2,5	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	6	m
Número de ménsulas sobre poste =	2	Ud
Longitud ménsula 1 =	7	m
Longitud ménsula 2 =	7	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	274,9635	N
Peso HC-2 =	274,9635	N
Peso HC-3 =	274,9635	N
Peso HC-4 =	274,9635	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	687,40875	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	687,40875	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	1649,781	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	1649,781	N.m.
Peso ménsula 1 =	686	N
Peso ménsula 2 =	686	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	4802	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	9476,3795	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	-20	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 1. Descentramiento posterior	20	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	265,91	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	20	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 2. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	0,00	Kp
HC 3. Descentramiento anterior	-20	cm
HC 3. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 3. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 3 =	0,00	Kp
HC 4. Descentramiento anterior	20	cm
HC 4. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 4. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 4 =	-265,91	Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	0	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	0	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	9476	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	4001	N.m

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **Kp**
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0** **N.m**

Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) = 0,7 Kp/m

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto) = 3 Kp/m

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil = 4 Ud

Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil = 6 m

Distancia del eje del poste al hilo 1 = 2,5 m

Distancia del eje del poste al hilo 2 = 2,5 m

Distancia del eje del poste al hilo 3 = 6 m

Distancia del eje del poste al hilo 4 = 6 m

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 21,5 m

Número de ménsulas sobre poste = 2 Ud

Longitud ménsula 1 = 7 m

Longitud ménsula 2 = 7 m

Longitud ménsula 3 = 0 m

Longitud ménsula 4 = 0 m

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 = 147,49 N

Peso debido al hielo en HC-2 = 147,49 N

Peso debido al hielo en HC-3 = 147,49 N

Peso debido al hielo en HC-4 = 147,49 N

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 = 368,725 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 = 368,725 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 = 884,94 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 = 884,94 N.m.

Peso del hielo en la ménsula 1 = 205,8 N

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	205,8	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	1440,6	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	3947,93	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España: 29 m/s
 En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
 Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	159,1	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	159,1	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	159,1	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	159,1	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	954,6	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	954,6	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	954,6	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	954,6	N.m.
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	3818,4	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	8666	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	12614	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	5326	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente 474 N.m Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) Kp Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento 0 N.m

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste =	474	N.m.
Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior =	200	N.m.

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo
 En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s 29 m/s
 En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:		
Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	201,61	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	201,61	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	1411	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	5528	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	2334	N.m.

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	28717,49	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	7802,6	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	29758,61	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	12125,1	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	3143,98	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	12526,08	N.m

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2	
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00003781	m4	Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,0000132	m4	
Flecha poste inferior =	0,01	m	
Flecha poste superior =	0,01	m	
Flecha total (< 1,5%) =	0,02	m	Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste
TIPO DE POSTE	3		

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior =	Cumple
Flecha total (<1,5%) =	Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 90

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranvías así como de los pesos de ménsulas

Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos

Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".

La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas

La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.

Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante

La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	21	
Vano posterior =	20	
Vano medio =	20,5	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	4	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	1,75	m
Número de ménsulas sobre poste =	4	Ud
Longitud ménsula 1 =	-2,5	m
Longitud ménsula 2 =	-2,5	m
Longitud ménsula 3 =	2,5	m
Longitud ménsula 4 =	2,5	m
Peso HC-1 =	262,1745	N
Peso HC-2 =	262,1745	N
Peso HC-3 =	262,1745	N
Peso HC-4 =	262,1745	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-458,805375	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	-458,805375	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	458,805375	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	458,805375	N.m.
Peso ménsula 1 =	245	N
Peso ménsula 2 =	245	N
Peso ménsula 3 =	245	N
Peso ménsula 4 =	245	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	0	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	-20	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 1. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	0,00	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	20	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 2. Descentramiento posterior	20	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	0,00	Kp
HC 3. Descentramiento anterior	-20	cm
HC 3. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 3. Descentramiento posterior	-20	cm
Esfuerzo radial HC 3 =	0,00	Kp
HC 4. Descentramiento anterior	20	cm
HC 4. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 4. Descentramiento posterior	-175	cm
Esfuerzo radial HC 4 =	-146,25	Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	1433	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	8598	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	8598	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	3630	N.m
A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp)		Kp
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento	0	N.m
Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal		
Esfuerzo transversal variable		
Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo		
HIELO		
Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) =	0,7	Kp/m
Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto)	3	Kp/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	4	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	1,75	m
Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2.	20,5	m
Número de ménsulas sobre poste =	4	Ud
Longitud ménsula 1 =	-2,5	m
Longitud ménsula 2 =	-2,5	m
Longitud ménsula 3 =	2,5	m
Longitud ménsula 4 =	2,5	m
Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:		
Peso debido al hielo en HC-1 =	140,63	N
Peso debido al hielo en HC-2 =	140,63	N
Peso debido al hielo en HC-3 =	140,63	N
Peso debido al hielo en HC-4 =	140,63	N
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 =	-246,1025	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 =	-246,1025	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 =	246,1025	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 =	246,1025	N.m.
Peso del hielo en la ménsula 1 =	73,5	N

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores. Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	73,5	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	73,5	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	73,5	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	0	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España:
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	151,7	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	151,7	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	151,7	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	151,7	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	910,2	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	910,2	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	910,2	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	910,2	N.m.
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	3640,8	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	8489	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	8489	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	3584	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente **430 N.m** Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) Kp Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **0 N.m**

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste = 430 N.m.
Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior = 182 N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo
En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO
Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s **29 m/s**

En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:

Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	72	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	72	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	72	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	72	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	360	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4477	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1890	N.m.

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	22213,1	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	6379,1	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	23110,92	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	9378,2	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	2556,9	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	9720,51	N.m

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00003781	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,0000132	m4
Flecha poste inferior =	0,01	m
Flecha poste superior =	0,01	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,02	m
TIPO DE POSTE	3	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior =	Cumple
Flecha total (<1,5%) =	Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 91

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia prestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	20	
Vano posterior =	25	
Vano medio =	22,5	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	3	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	-1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	1,75	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	3	Ud
Longitud ménsula 1 =	-2,5	m
Longitud ménsula 2 =	-2,5	m
Longitud ménsula 3 =	2,5	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	287,7525	N
Peso HC-2 =	287,7525	N
Peso HC-3 =	287,7525	N
Peso HC-4 =	287,7525	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	-503,566875	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	-503,566875	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	503,566875	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	245	N
Peso ménsula 2 =	245	N
Peso ménsula 3 =	245	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	-306,25	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	-809,816875	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior	-20	cm
HC 1. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 1. Descentramiento posterior	0	cm
Esfuerzo radial HC 1 =	12,00	Kp
HC 2. Descentramiento anterior	20	cm
HC 2. Descentramiento en el perfil	20	cm
HC 2. Descentramiento posterior	0	cm
Esfuerzo radial HC 2 =	-12,00	Kp
HC 3. Descentramiento anterior	-20	cm
HC 3. Descentramiento en el perfil	-20	cm
HC 3. Descentramiento posterior	0	cm
Esfuerzo radial HC 3 =	12,00	Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	353	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	2118	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	2928	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	1236	N.m

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **130,73 Kp**
 Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **8199,3856 N.m**

Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal

Esfuerzo transversal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

HIELO

Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) = 0,7 Kp/m

Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto) 3 Kp/m

Número de hilos de contacto soportados bajo perfil = 3 Ud

Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil = 6 m

Distancia del eje del poste al hilo 1 = -1,75 m

Distancia del eje del poste al hilo 2 = -1,75 m

Distancia del eje del poste al hilo 3 = 1,75 m

Distancia del eje del poste al hilo 4 = 0 m

Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2. 22,5 m

Número de ménsulas sobre poste = 3 Ud

Longitud ménsula 1 = -2,5 m

Longitud ménsula 2 = -2,5 m

Longitud ménsula 3 = 2,5 m

Longitud ménsula 4 = 0 m

Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:

Peso debido al hielo en HC-1 = 154,35 N

Peso debido al hielo en HC-2 = 154,35 N

Peso debido al hielo en HC-3 = 154,35 N

Peso debido al hielo en HC-4 = 154,35 N

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 = -270,1125 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 = -270,1125 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 = 270,1125 N.m.

Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 = 0 N.m.

Peso del hielo en la ménsula 1 = 73,5 N

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	73,5	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	73,5	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	-91,88	N.m
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	-361,9925	N.m

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España:
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	166,5	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	166,5	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	166,5	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	999	N.m
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	999	N.m
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	999	N.m
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	N.m
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	2997	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	7845	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	8207	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	3465	N.m

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente **146 N.m**

Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp) **1494,29 Kp**
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento **93721,8688 N.m**

Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste = 93867,8688 N.m

Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior = 39633 N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s
En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:		
Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m
Esfuerzo en la ménsula 1 =	72	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	72	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	72	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	270	N.m
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4387	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1852	N.m

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	25134,46	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	127731,33	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	130180,77	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	10611,85	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	24161,71	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	26389,38	N.m

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00008396	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,00002442	m4
Flecha poste inferior =	0,05	m
Flecha poste superior =	0,04	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,09	m
TIPO DE POSTE	5	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =

Cumple

Momento Total en la base del tubo superior=

Cumple

Flecha total (<1,5%)=

Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 92

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas

Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos

Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia prestablecida. Ver pestaña "Postes".

La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas

La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.

Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante

La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	25	
Vano posterior =	0	
Vano medio =	12,5	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	0	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	0	Ud
Longitud ménsula 1 =	0	m
Longitud ménsula 2 =	0	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	159,8625	N
Peso HC-2 =	159,8625	N
Peso HC-3 =	159,8625	N
Peso HC-4 =	159,8625	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	0	N
Peso ménsula 2 =	0	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	0	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior		cm
HC 1. Descentramiento en el perfil		cm
HC 1. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 1 =		Kp
HC 2. Descentramiento anterior		cm
HC 2. Descentramiento en el perfil		cm
HC 2. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 2 =		Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	0	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	0	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	0	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	0	N.m.
A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp)	0	Kp
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento	0	N.m.
Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal		
Esfuerzo transversal variable		
Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo		
HIELO		
Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) =	0,7	Kp/m
Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto)	3	Kp/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	0	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2.	12,5	m
Número de ménsulas sobre poste =	0	Ud
Longitud ménsula 1 =	0	m
Longitud ménsula 2 =	0	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:		
Peso debido al hielo en HC-1 =	85,75	N
Peso debido al hielo en HC-2 =	85,75	N
Peso debido al hielo en HC-3 =	85,75	N
Peso debido al hielo en HC-4 =	85,75	N
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 =	0	N.m.
Peso del hielo en la ménsula 1 =	0	N

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores. Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	0	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España: 29 m/s
 En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
 Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	0	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4848	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	4848	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	2047	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente 0 N.m

Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp)	2921	Kp
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento	183205,12	N.m

Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo. Al ser dos anclajes se resta el esfuerzo longitudinal perdido en cada soporte.

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste = 183205,12 N.m.

Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior = 77353 N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo
 En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s 29 m/s
 En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:		
Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	0	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4117	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1738	N.m.

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	6302,4	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	243518,76	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	243600,3	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	2661,1	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	44717,6	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	44796,71	N.m

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionar el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,0001234	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,0002839	m4
Flecha poste inferior =	0,06	m
Flecha poste superior =	0,06	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,12	m

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

TIPO DE POSTE

5b-hormigón

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =
 Momento Total en la base del tubo superior=
 Flecha total (<1,5%)=

Cumple
 Cumple
 Cumple

ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR POSTE

POSTE 93

Observaciones

Esfuerzo transversal permanente

Son los esfuerzos resultantes de la o las línea aéreas tranviarias así como de los pesos de ménsulas
 Para la selección del poste se ha de tener en cuenta que cada poste está formado por dos tubos
 Cada tubo tiene unas características definidas y tiene una resistencia preestablecida. Ver pestaña "Postes".
 La selección del poste será tal que ambos tubos soporten las cargas
 La carga en base a la cual se seleccionará el poste es la del momento en la base de cada tubo.
 Una vez seleccionado el poste en base al momento en la base de cada tubo que lo forma se calculará la flecha en punta resultante
 La flecha máxima en punta del poste deberá ser menor del 1,5% (13,5 cm) y su cálculo permitirá definir el aplomado del poste.

Vano anterior =	25	
Vano posterior =	0	
Vano medio =	12,5	m
Radio de curvatura =	10000	m
Peso del HC =	1,305	Kg/m
Peso ménsula =	10	Kg/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	0	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Número de ménsulas sobre poste =	0	Ud
Longitud ménsula 1 =	0	m
Longitud ménsula 2 =	0	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Peso HC-1 =	159,8625	N
Peso HC-2 =	159,8625	N
Peso HC-3 =	159,8625	N
Peso HC-4 =	159,8625	N
Momento en la base del poste debido al HC-1 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-2 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al HC-4 =	0	N.m.
Peso ménsula 1 =	0	N
Peso ménsula 2 =	0	N
Peso ménsula 3 =	0	N
Peso ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido a la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso =	0	N.m.
HC 1. Descentramiento anterior		cm
HC 1. Descentramiento en el perfil		cm
HC 1. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 1 =		Kp
HC 2. Descentramiento anterior		cm
HC 2. Descentramiento en el perfil		cm
HC 2. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 2 =		Kp
HC 3. Descentramiento anterior		cm
HC 3. Descentramiento en el perfil		cm
HC 3. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 3 =		Kp
HC 4. Descentramiento anterior		cm
HC 4. Descentramiento en el perfil		cm
HC 4. Descentramiento posterior		cm
Esfuerzo radial HC 4 =		Kp
Esfuerzo transversal debido a los esfuerzos radiales de los HH.CC. (Ry) =	0	N
Momento en la base debido a esfuerzos radiales de los HH.CC =	0	N.m.
Momento TOTAL en la base debido a esfuerzos permanentes =	0	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	0	N.m.
A los postes con anclaje habría que sumar la componente transversal del esfuerzo de anclaje (1500 kp)	0	Kp
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento	0	N.m.
Ojo con los sentidos al integrar en la tabla de esfuerzos, especialmente para este esfuerzo transversal		
Esfuerzo transversal variable		
Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo		
HIELO		
Para la carga de hielo vamos a suponer 7,15 gr/cm extra por cada hilo de contacto (aplicable para conductores de 10 a 20 mm de diámetro) =	0,7	Kp/m
Para la carga de hielo vamos a suponer 30 gr/m extra para ménsula (supuesto)	3	Kp/m
Número de hilos de contacto soportados bajo perfil =	0	Ud
Altura de hilos de contacto soportados bajo perfil =	6	m
Distancia del eje del poste al hilo 1 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 2 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 3 =	0	m
Distancia del eje del poste al hilo 4 =	0	m
Para establecer el vano, indicamos el vano medio = (vano anterior + vano posterior)/2.	12,5	m
Número de ménsulas sobre poste =	0	Ud
Longitud ménsula 1 =	0	m
Longitud ménsula 2 =	0	m
Longitud ménsula 3 =	0	m
Longitud ménsula 4 =	0	m
Para establecer distancias respecto al eje del poste a la que se aplican los pesos de hielo serían:		
Peso debido al hielo en HC-1 =	85,75	N
Peso debido al hielo en HC-2 =	85,75	N
Peso debido al hielo en HC-3 =	85,75	N
Peso debido al hielo en HC-4 =	85,75	N
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-1 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-2 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-3 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al peso debido al hielo en HC-4 =	0	N.m.
Peso del hielo en la ménsula 1 =	0	N

Si recta ponemos 10.000 m.

Con parte proporcional de equipos de soporte de LAT

Es la tendencia, salvo tener que librar pasos superiores.
 Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Hay que establecer un sentido para esta distancia. Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si el HC está a la izquierda del poste es distancia negativa y si el HC está a la derecha del poste, distancia positiva.

Hay que establecer un sentido para esta longitud de ménsula.
 Mirando al poste en sentido creciente de los PP.KK. Si la ménsula está a la izquierda del poste es longitud negativa y si la ménsula está a la derecha del poste, longitud de ménsula positiva.

Peso del hielo en la ménsula 2 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 3 =	0	N
Peso del hielo en la ménsula 4 =	0	N
Momento en la base del poste debido al hielo sobre la ménsula =	0	N.m.
Momento total en la base del poste debido al peso al hielo =	0	N.m.

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s. En base a CTE zona C de España: 29 m/s
 En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:
 Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233

Altura de referencia (poste) =	9	m
Altura hasta la base del tubo superior =	5,2	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	14,85	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	135,07	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad de turbulencia =	0,46	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	570	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	1077,3	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4847,85	N.m.
Esfuerzo del viento sobre el HC-1 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-2 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-3 con manguito de hielo =	0	N
Esfuerzo del viento sobre el HC-4 con manguito de hielo =	0	N
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-1 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-2 =	0	N.m.
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-3 =	0	
Momento en la base del poste debido al esfuerzo del viento sobre el HC-4 =	0	
Momento debido al viento sobre los hilos de contacto =	0	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4848	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento y hielo =	4848	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento y hielo =	2047	N.m.

Esfuerzo longitudinal permanente

Se considera un 5% del transversal permanente 0 N.m

Este esfuerzo, no va a servir para definir el poste pero si será necesario para el que defina la cimentación. Siempre valor positivo

A los postes con anclaje habría que sumar la componente longitudinal del esfuerzo de anclaje (1500 kp)	1500	Kp
Esta componente se determinará por trigonometría y a una altura de 6,4 metros sobre el plano de rodamiento para calcular el momento	94080	N.m

Este si es un esfuerzo muy importante a tener en cuenta. Siempre dejamos valor positivo

Momento TOTAL longitudinal en la base del poste = 94080 N.m.

Momento TOTAL longitudinal en la base del tubo superior = 39723 N.m

Esfuerzo longitudinal variable

Este esfuerzo oficialmente es el debido a cargas de viento y hielo

En esta dirección asumimos que el único esfuerzo va a venir del viento contra el poste y ménsula

VIENTO

Velocidad básica de viento supuesta 29 m/s 29 m/s

En base a la norma EN 50341-1 suponemos los siguientes coeficientes y cálculos:

Tabla 4.1.- categoría de terreno tipo V. Z0 = 1 ; Kr = 0,233:

Altura de referencia (poste) =	9	m
Z0 =	1	
Kr =	0,233	
Apartado 4.3.2.- Velocidad de viento media =	13,15	m/s
Apartado 4.3.3.- Presión de viento media =	105,92	N/m2
Apartado 4.3.4.- Intensidad ed turbulencia =	0,51	
Apartado 4.3.4.- Presión de viento máxima =	484,05	N/m2
Esfuerzo específico máximo en HC por metro de longitud de HC =	7,4	N/m
En base a la norma EN 50119 consideramos un coeficiente de forma de 0,7 para estructuras cilíndricas (postes y ménsulas) =	0,7	
Esfuerzo sobre poste =	914,85	N
Momento en la base del poste debido al viento en el poste =	4117	N.m.
Esfuerzo en la ménsula 1 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 2 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 3 =	0	N
Esfuerzo en la ménsula 4 =	0	N
Momento debido al esfuerzo del viento en la ménsula =	0	N.m.
Momento TOTAL en la base del poste debido al viento =	4117	N.m.
Momento TOTAL en la base del tubo superior debido al viento =	1738	N.m.

SELECCIÓN POSTE

El poste se elige combinando coeficientes de seguridad daso por la EN 50119 y por las cargas anteriores.

Coefficiente de seguridad de cargas permanentes =	1,3	
Coefficiente de seguridad de cargas variables =	1,3	
Momento TOTAL en la base del poste en sentido transversal =	6302,4	N.m
Momento TOTAL en la base del poste en sentido longitudinal =	127656,1	N.m
Momento TOTAL en la base del poste =	127811,58	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido transversal =	2661,1	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior en sentido longitudinal =	24062,91	N.m
Momento TOTAL en la base del tubo superior =	24209,61	N.m

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

ESTE MOMENTO ES QUE HAY QUE COMPARAR CON EL DEL POSTE

Los momentos anteriores son los que hay que cotejar con las columnas de color de la pestaña "Postes" para seleccionr el poste

CÁLCULO DE LA FLECHA EN CABEZA DE POSTE

La calculamos en base a los esfuerzos permanentes transversales

Se debe calcular el momento en la base del poste superior

Módulo de elasticidad del acero =	2,1E+11	Kg/cm2
Inercia de tubo inferior del poste. W (m^4) =	0,00008396	m4
Inercia de tubo superior del poste. W (m^4) =	0,00002442	m4
Flecha poste inferior =	0,05	m
Flecha poste superior =	0,04	m
Flecha total (< 1,5%) =	0,09	m
TIPO DE POSTE	5	

Estos valores hay que sacarlos de la pestaña "Postes", en base a la selección anterior. Meter el valor con fórmula y no a mano para poder revisar mejor

Este valor debe estar por debajo de 13,5 cm. Si no habría que pasar al siguiente poste

COMPROBACIÓN

Momento Total en la base del poste =	Cumple
Momento Total en la base del tubo superior=	Cumple
Flecha total (<1,5%)=	Cumple