



PROYECTO:

**ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN
SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.**

NOTA DE CÁLCULO DE LÍNEA, SECCIÓN 2

LOCALIZACIÓN:

SAN CRISTÓBAL, BOGOTÁ

PROMOTOR:

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO

Revisión: -

Bogotá, octubre de 2021

PROYECTO:
ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN
BOGOTÁ D.C.

San Cristóbal, Bogotá

Nota de cálculo de línea, Sección 2

Nombre documento : Nota de calculo de linea CASC Seccion2.docx

Número de proyecto : 2102A117TU

Revisión	Descripción	Redactado por	Verificado por	Aprobado por	Fecha
-	Primera edición	M. Pastor	F. Goya	M. Pastor	06/10/2021

Firmas

Conformidad Promotor

Marc Pastor Vilanova
Ingeniero Mecánico

Elija un elemento.

ÍNDICE

1	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA.....	3
2	NORMATIVA APLICADA.....	4
3	TABLA DE ESTACIONES Y TORRES DE LÍNEA	5
4	NOTA DE CÁLCULO EL CARGAS REPARTIDAS.....	6
4.1	100% - 0%	7
4.2	0% - 0%	8
4.3	0% - 100%	9
4.4	100% - 100%	10
4.5	Cable desnudo – Cable desnudo	11
5	CÁLCULO EN CARGAS PUNTUALES.....	12
6	RESULTADOS EN CARGAS PUNTUALES.....	16
6.1	Caso 100% - 0%	16
6.2	Caso 0% - 0%	18
6.3	Caso 0% - 100%	20
6.4	Caso 100% - 100%	22
6.5	Resumen de cargas.....	24

1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA

Características generales			Dinámica		
Nombre de la instalación	San Cristóbal, sec. 2		Aceleración	0.15	m/s ²
Tipo	Telecabina		Frenada F1	1.00	m/s ²
Vehículos	10	plazas	Frenada F2	1.00	m/s ²
Capacidad	4 000	p/h			
Velocidad nominal	6.0	m/s			
Velocidad de emergencia	1.0	m/s			
Distancia entre vehículos	54.00	m			
Tiempo entre vehículos	9.0	s			
Motriz	avall				
Tensión	amunt				
Tensión nominal	70 000	daN			
Vehículo			Hipótesis		
Tipo	Cabina		Rozamiento poleas extremas	0.3%	
Peso en vacío	957	daN	Rozamiento poleas de línea	2.8%	
Peso pasajero	73.6	daN			
Peso vehículo cargado	1 693	daN			
Sup. frontal		m ²			
Sup. lateral		m ²			
Altura vehículo	4.5	m			
Cable			Poleas		
Diámetro	52.0	mm	Diámetro polea motriz	6.4	m
Peso lineal	9.86	daN/m	Peso polea motriz	4 000	daN
Resistencia a la rotura	179 100	daN	Peso polea de reenvío	3 500	daN
Elongación térmica	0.012	mm/m/°C	Peso poleas de línea	15	daN
Modulo de Young	10 000	daN/mm ²			
Sección metálica	1 120	mm ²			
Delta térmico	30	°			
			Otros		
			Ancho de vía	6.4	m
			Tiempo de trayecto	3 min 14 s	
			Tiempo consumido en	E1	90 s
			estaciones		
				E3	90 s
			Tiempo total de un ciclo		567.4 s
			Número de vehículos		63

2 NORMATIVA APLICADA

REFERENCIA	TÍTULO	Fecha publicación	Referencia de la norma retirada y sustituida
EN 1908:2015	Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas. Dispositivos de puesta en tensión.	diciembre-2015	EN 1908:2004
EN 12397:2017	Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas. Explotación	septiembre-2017	EN 12397:2004
EN 12927:2019	Requisitos de seguridad para instalaciones para el transporte de personas por cable. Cables	marzo-2020	EN 12927-1:2004 EN 12927-3:2004 EN 12927-4:2004 EN 12927-5:2004 EN 12927-8:2004
EN 12927-2:2004	Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas. Cables. Parte 2: Coeficientes de seguridad.	junio-2005	
EN 12929-1:2015	Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas. Requisitos generales. Parte 1: Requisitos aplicables a todas las instalaciones.	julio-2015	EN 12929-1:2004
EN 12930:2015	Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas. Cálculos.	octubre-2015	EN 12930:2004
EN 13223:2015	Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas. Sistemas de accionamiento y otros equipos mecánicos.	diciembre-2015	EN 13223:2004
EN 13243:2015	Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas. Dispositivos eléctricos distintos de los accionamientos.	octubre-2015	EN 13243:2004

3 TABLA DE ESTACIONES Y TORRES DE LÍNEA

Coordenadas de estaciones y torres								Coordenadas cable	
	X	Y	Altura pedestal hormigón (m)	H pílona (a punto de apoyo del cable)	Inclinación recomendada (%)	Inclinación pílona (%)	Inclinación pílona (°)	X	Y
E2.2	1 789.27	2 739.70		14.078	0%		0.0	1 789.27	2 753.77
T12	1 799.08	2 740.91	1.8	11.07	-7%	10%	5.7	1 797.98	2 753.73
T13	1 801.21	2 741.23	1.1	14.32	-23%	-50%	-26.6	1 807.61	2 755.13
T14	1 822.00	2 742.30	2.0	15	-22%	10%	5.7	1 820.51	2 759.22
T15	1 953.50	2 754.05	2.0	22.3	-13%	5%	2.9	1 952.39	2 778.32
T16	2 139.51	2 772.27	2.0	29	-14%	5%	2.9	2 138.06	2 803.24
T17	2 301.11	2 800.28	2.0	26.3	-14%	5%	2.9	2 299.79	2 828.54
T18	2 455.01	2 820.26	2.0	28.3	-10%		0.0	2 455.01	2 850.56
T19	2 691.26	2 843.09	2.0	33	-12%		0.0	2 691.26	2 878.09
T20	2 802.51	2 852.92	2.0	30	-5%		0.0	2 802.51	2 884.92
T21	2 898.85	2 865.52	2.0	20.5	3%		0.0	2 898.85	2 888.02
T22	2 930.66	2 869.96	2.0	11.8	6%		0.0	2 930.66	2 883.76
E3	2 941.94	2 871.71		12.06	0%		0.0	2 941.94	2 883.77

4 NOTA DE CÁLCULO EL CARGAS REPARTIDAS

En primera aproximación, el cálculo se desarrolla considerando que el peso de los vehículos se distribuye de forma uniforme sobre el cable. Una vez realizada esta aproximación, se hace una aproximación parabólica de la catenaria, es decir que se asimila la geometría del cable a una parábola. Este cálculo permite hacer una primera distribución de las torres necesarias, así como de los equipos, a la vez que se comprueban los gálíbos.

Se han analizado los casos de carga siguientes, identificados según la ocupación de los vehículos. Por ejemplo, el caso 100%-0% corresponde a todo los vehículos cargados con el número máximo de ocupantes a la subida, y vacíos a la bajada.

4.1 100% - 0%

	Coordenadas cable					Lado subida							Lado bajada												
	X	Y	alpha vano (º)	l inclinada vano	cos (alpha vano)	Tensión entrada	Tensión salida	flecha (m)	Ángulo entrada (º)	Ángulo salida (º)	Ángulo deflexión (º)	Carga sobre torre	Tensión entrada	Tensión salida	flecha (m)	Ángulo entrada (º)	Ángulo salida (º)	Ángulo deflexión (º)	Carga sobre torre						
E3	78.0	2 883.8	-0.1	11.3	1.00	35 105.0	35 112.7	0.0	0.0	-0.4	0.4	273.5	34 895.0	34 889.5	0.0	0.0	-0.3	0.3	196.5	Adherencia a régimen					1.07
T22	89.2	2 883.8	7.6	32.1	0.99	35 112.1	35 218.2	0.2	0.3	6.5	-6.2	-3 790.0	34 889.1	34 776.0	0.1	0.2	6.8	-6.6	-4 039.7						
T21	121.0	2 888.0	-1.8	96.4	1.00	35 393.9	35 630.7	1.3	8.6	-5.0	13.7	8 456.3	34 893.6	34 684.3	0.9	8.3	-4.0	12.3	7 475.9	Incremento tensió lado subida en el arranque			656.0		
T20	217.4	2 884.9	-3.5	111.5	1.00	35 502.7	35 651.3	1.8	1.4	-7.2	8.5	5 305.3	34 598.6	34 490.4	1.3	0.4	-6.1	6.4	3 866.3	Reducción tensión lado bajada en el arranque			-439.2		
T19	328.6	2 878.1	-6.6	237.8	0.99	35 369.9	35 623.4	8.4	0.2	-14.4	14.6	9 053.9	34 302.0	34 115.7	5.9	-0.9	-12.1	11.2	6 654.2						
T18	564.9	2 850.6	-8.1	156.8	0.99	34 488.9	34 738.7	3.8	1.5	-13.3	14.8	8 919.5	33 356.2	33 181.8	2.6	-1.0	-11.7	10.7	6 231.8	Adherencia en el arranque					1.11
T17	720.1	2 828.5	-8.9	163.7	0.99	33 831.0	34 028.3	4.2	-2.5	-14.5	11.9	7 045.0	32 574.2	32 438.0	3.0	-4.2	-12.8	8.6	4 862.9						
T16	881.8	2 803.2	-7.6	187.3	0.99	32 985.3	33 167.3	5.6	-2.9	-14.2	11.3	6 500.3	31 739.8	31 623.2	3.9	-4.7	-12.3	7.5	4 165.2						
T15	1 067.5	2 778.3	-8.2	133.3	0.99	32 140.2	32 333.5	2.9	-0.7	-13.0	12.3	6 901.9	30 935.6	30 803.4	2.0	-2.8	-11.6	8.8	4 722.9	Esfuerzo tangencial		2 074	daN		
T14	1 199.4	2 759.2	-17.6	13.5	0.95	31 546.5	31 765.3	0.0	-3.2	-17.3	14.2	7 813.2	30 276.6	30 092.2	0.0	-4.7	-17.2	12.5	6 586.4	Diámetro polea motriz		6.4	m		
T13	1 212.3	2 755.1	-8.3	9.7	0.99	31 596.5	31 716.7	0.0	-16.3	-8.6	-7.8	-4 293.2	29 979.2	29 861.8	0.0	-16.5	-8.5	-8.0	-4 190.7	Par necesario a régimen		6 586	mdaN		
T12	1 221.9	2 753.7	0.3	8.7	1.00	31 658.9	31 780.2	0.0	-7.8	0.0	-7.8	-4 332.1	29 823.1	29 706.4	0.0	-7.9	0.1	-8.0	-4 167.2						
E2.2	1 230.6	2 753.8				31 782.2	31 792.2		0.6	0.0	0.6	356.4	29 707.8	29 699.8		0.6	0.0	0.6	285.4	Potencia a régimen					124 kW
																				Masa en movimiento					
																				Peso del cable		22 917	daN		
																				Peso de los vehículos lado subida		20 605	daN		
																				Peso de los vehículos lado bajada		20 605	daN		
																				Peso poleas extremas		7 500	daN		
																				Peso poleas de línea			daN		
																				Esfuerzo tangencial adicional		1 095	daN		
																				Par necesario en el arranque		10 064	mdaN		
																				Potencia en el arranque					190.2 kW
																				Tensión mínima en la línea		29 700	daN		
																				Tensión máxima en la línea		35 651	daN		

4.2 0% - 0%

	Coordenadas cable					Lado subida							Lado bajada												
	X	Y	alpha vano (º)	l inclinada vano	cos (alpha vano)	Tensión entrada	Tensión salida	flecha (m)	Ángulo entrada (º)	Ángulo salida (º)	Ángulo deflexión (º)	Carga sobre torre	Tensión entrada	Tensión salida	flecha (m)	Ángulo entrada (º)	Ángulo salida (º)	Ángulo deflexión (º)	Carga sobre torre						
E3	78.0	2 883.8	-0.1	11.3	1.00	35 105.0	35 110.5	0.0	0.0	-0.3	0.3	196.7	34 895.0	34 889.5	0.0	0.0	-0.3	0.3	196.5	Adherencia a régimen1.12					
T22	89.2	2 883.8	7.6	32.1	0.99	35 110.1	35 224.5	0.1	0.2	6.8	-6.7	-4 085.2	34 889.1	34 776.0	0.1	0.2	6.8	-6.6	-4 039.7						
T21	121.0	2 888.0	-1.8	96.4	1.00	35 342.1	35 554.3	0.9	8.3	-4.0	12.3	7 578.9	34 893.6	34 684.3	0.9	8.3	-4.0	12.3	7 475.9	Incremento tensión lado subida en el arranque		547.6			
T20	217.4	2 884.9	-3.5	111.5	1.00	35 468.7	35 577.7	1.2	0.3	-6.0	6.3	3 894.1	34 598.6	34 490.4	1.3	0.4	-6.1	6.4	3 866.3	Reducción tensión lado bajada en el arranque		-547.6			
T19	328.6	2 878.1	-6.6	237.8	0.99	35 389.4	35 577.4	5.6	-1.0	-11.9	10.9	6 715.2	34 302.0	34 115.7	5.9	-0.9	-12.1	11.2	6 654.2						
T18	564.9	2 850.6	-8.1	156.8	0.99	34 817.9	34 993.7	2.5	-1.2	-11.5	10.3	6 279.2	33 356.2	33 181.8	2.6	-1.0	-11.7	10.7	6 231.8	Adherencia en el arranque1.16					
T17	720.1	2 828.5	-8.9	163.7	0.99	34 386.2	34 523.1	2.8	-4.4	-12.5	8.1	4 890.6	32 574.2	32 438.0	3.0	-4.2	-12.8	8.6	4 862.9						
T16	881.8	2 803.2	-7.6	187.3	0.99	33 824.9	33 940.2	3.7	-5.0	-11.9	7.0	4 119.2	31 739.8	31 623.2	3.9	-4.7	-12.3	7.5	4 165.2						
T15	1 067.5	2 778.3	-8.2	133.3	0.99	33 252.7	33 385.8	1.9	-3.1	-11.3	8.2	4 752.4	30 935.6	30 803.4	2.0	-2.8	-11.6	8.8	4 722.9	Esfuerzo tangencial		3 458 daN			
T14	1 199.4	2 759.2	-17.6	13.5	0.95	32 858.9	33 055.4	0.0	-5.0	-17.2	12.2	7 017.1	30 276.6	30 092.2	0.0	-4.7	-17.2	12.5	6 586.4	Diámetro polea motriz		6.4 m			
T13	1 212.3	2 755.1	-8.3	9.7	0.99	32 942.4	33 072.8	0.0	-16.5	-8.4	-8.1	-4 656.0	29 979.2	29 861.8	0.0	-16.5	-8.5	-8.0	-4 190.7	Par necesario a régimen		10 980 mdaN			
T12	1 221.9	2 753.7	0.3	8.7	1.00	33 034.1	33 164.6	0.0	-8.0	0.1	-8.1	-4 662.5	29 823.1	29 706.4	0.0	-7.9	0.1	-8.0	-4 167.2						
E2.2	1 230.6	2 753.8				33 166.0	33 174.5		0.5	0.0	0.5	304.7	29 707.8	29 699.8		0.6	0.0	0.6	285.4	Potencia a régimen207 kW					
																				Masa en movimiento					
																				Peso del cable		22 917 daN			
																				Peso de los vehículos lado subida		20 605 daN			
																				Peso de los vehículos lado bajada		20 605 daN			
																				Peso poleas extremas		7 500 daN			
																				Peso poleas de línea		daN			
																				Esfuerzo tangencial adicional		1 095 daN			
																				Par necesario en el arranque		14 457 mdaN			
																				Potencia en el arranque273.2 kW					
																				Tensión mínima en la línea		29 700 daN			
																				Tensión máxima en la línea		35 578 daN			

4.3 0% - 100%

	Coordenadas cable					Lado subida						Lado bajada												
	X	Y	alpha vano (º)	l inclinada vano	cos (alpha vano)	Tensión entrada	Tensión salida	flecha (m)	Ángulo entrada (º)	Ángulo salida (º)	Ángulo deflexión (º)	Carga sobre torre	Tensión entrada	Tensión salida	flecha (m)	Ángulo entrada (º)	Ángulo salida (º)							Ángulo deflexión (º)
E3	78.0	2 883.8	-0.1	11.3	1.00	35 105.0	35 110.5	0.0	0.0	-0.3	0.3	196.7	34 895.0	34 887.3	0.0	0.0	-0.4	0.4	273.3	Adherencia a régimen1.20				
T22	89.2	2 883.8	7.6	32.1	0.99	35 110.1	35 224.5	0.1	0.2	6.8	-6.7	-4 085.2	34 886.8	34 782.0	0.2	0.3	6.5	-6.2	-3 744.6					
T21	121.0	2 888.0	-1.8	96.4	1.00	35 342.1	35 554.3	0.9	8.3	-4.0	12.3	7 578.9	34 957.6	34 723.7	1.4	8.6	-5.1	13.8	8 354.7	Incremento tensió lado subida en el arranque			439.2	
T20	217.4	2 884.9	-3.5	111.5	1.00	35 468.7	35 577.7	1.2	0.3	-6.0	6.3	3 894.1	34 595.7	34 448.0	1.9	1.4	-7.3	8.8	5 275.5	Reducción tensión lado bajada en el arranque			-656.0	
T19	328.6	2 878.1	-6.6	237.8	0.99	35 389.4	35 577.4	5.6	-1.0	-11.9	10.9	6 715.2	34 166.7	33 915.0	8.9	0.3	-14.8	15.2	8 989.0					
T18	564.9	2 850.6	-8.1	156.8	0.99	34 817.9	34 993.7	2.5	-1.2	-11.5	10.3	6 279.2	32 780.5	32 532.6	4.0	1.9	-13.7	15.6	8 852.5	Adherencia en el arranque1.25				
T17	720.1	2 828.5	-8.9	163.7	0.99	34 386.2	34 523.1	2.8	-4.4	-12.5	8.1	4 890.6	31 625.0	31 428.8	4.6	-2.2	-14.9	12.8	7 007.6					
T16	881.8	2 803.2	-7.6	187.3	0.99	33 824.9	33 940.2	3.7	-5.0	-11.9	7.0	4 119.2	30 385.8	30 202.3	6.2	-2.4	-14.9	12.4	6 554.0					
T15	1 067.5	2 778.3	-8.2	133.3	0.99	33 252.7	33 385.8	1.9	-3.1	-11.3	8.2	4 752.4	29 175.2	28 983.3	3.3	0.0	-13.6	13.5	6 854.9	Esfuerzo tangencial		5 605	daN	
T14	1 199.4	2 759.2	-17.6	13.5	0.95	32 858.9	33 055.4	0.0	-5.0	-17.2	12.2	7 017.1	28 196.3	27 993.2	0.0	-2.6	-17.4	14.8	7 253.5	Diámetro polea motriz		6.4	m	
T13	1 212.3	2 755.1	-8.3	9.7	0.99	32 942.4	33 072.8	0.0	-16.5	-8.4	-8.1	-4 656.0	27 824.4	27 720.6	0.0	-16.3	-8.6	-7.7	-3 707.8	Par necesario a régimen		17 797	mdaN	
T12	1 221.9	2 753.7	0.3	8.7	1.00	33 034.1	33 164.6	0.0	-8.0	0.1	-8.1	-4 662.5	27 662.8	27 558.5	0.0	-7.8	-0.1	-7.7	-3 721.8					
E2.2	1 230.6	2 753.8				33 166.0	33 174.5		0.5	0.0	0.5	304.7	27 560.5	27 551.2		0.7	0.0	0.7	332.8	Potencia a régimen336kW				
																				Masa en movimiento				
																				Peso del cable		22 917	daN	
																				Peso de los vehículos lado subida		20 605	daN	
																				Peso de los vehículos lado bajada		20 605	daN	
																				Peso poleas extremas		7 500	daN	
																				Peso poleas de línea			daN	
																				Esfuerzo tangencial adicional		1 095	daN	
																				Par necesario en el arranque		21 275	mdaN	
																				Potencia en el arranque402.0kW				
																				Tensión mínima en la línea		27 551	daN	
																				Tensión máxima en la línea		35 578	daN	

4.4 100% - 100%

	Coordenadas cable					Lado subida							Lado bajada													
	X	Y	alpha vano (º)	l inclinada vano	cos (alpha vano)	Tensión entrada	Tensión salida	flecha (m)	Ángulo entrada (º)	Ángulo salida (º)	Ángulo deflexión (º)	Carga sobre torre	Tensión entrada	Tensión salida	flecha (m)	Ángulo entrada (º)	Ángulo salida (º)	Ángulo deflexión (º)	Carga sobre torre							
E3	78.0	2 883.8	-0.1	11.3	1.00	35 105.0	35 112.7	0.0	0.0	-0.4	0.4	273.5	34 895.0	34 887.3	0.0	0.0	-0.4	0.4	273.3	Adherencia a régimen					1.15	
T22	89.2	2 883.8	7.6	32.1	0.99	35 112.1	35 218.2	0.2	0.3	6.5	-6.2	-3 790.0	34 886.8	34 782.0	0.2	0.3	6.5	-6.2	-3 744.6							
T21	121.0	2 888.0	-1.8	96.4	1.00	35 393.9	35 630.7	1.3	8.6	-5.0	13.7	8 456.3	34 957.6	34 723.7	1.4	8.6	-5.1	13.8	8 354.7	Incremento tensió lado subida en el arranque					547.6	
T20	217.4	2 884.9	-3.5	111.5	1.00	35 502.7	35 651.3	1.8	1.4	-7.2	8.5	5 305.3	34 595.7	34 448.0	1.9	1.4	-7.3	8.8	5 275.5	Reducción tensión lado bajada en el arranque					-547.6	
T19	328.6	2 878.1	-6.6	237.8	0.99	35 369.9	35 623.4	8.4	0.2	-14.4	14.6	9 053.9	34 166.7	33 915.0	8.9	0.3	-14.8	15.2	8 989.0							
T18	564.9	2 850.6	-8.1	156.8	0.99	34 488.9	34 738.7	3.8	1.5	-13.3	14.8	8 919.5	32 780.5	32 532.6	4.0	1.9	-13.7	15.6	8 852.5	Adherencia en el arranque					1.20	
T17	720.1	2 828.5	-8.9	163.7	0.99	33 831.0	34 028.3	4.2	-2.5	-14.5	11.9	7 045.0	31 625.0	31 428.8	4.6	-2.2	-14.9	12.8	7 007.6							
T16	881.8	2 803.2	-7.6	187.3	0.99	32 985.3	33 167.3	5.6	-2.9	-14.2	11.3	6 500.3	30 385.8	30 202.3	6.2	-2.4	-14.9	12.4	6 554.0							
T15	1 067.5	2 778.3	-8.2	133.3	0.99	32 140.2	32 333.5	2.9	-0.7	-13.0	12.3	6 901.9	29 175.2	28 983.3	3.3	0.0	-13.6	13.5	6 854.9	Esfuerzo tangencial					4 222	daN
T14	1 199.4	2 759.2	-17.6	13.5	0.95	31 546.5	31 765.3	0.0	-3.2	-17.3	14.2	7 813.2	28 196.3	27 993.2	0.0	-2.6	-17.4	14.8	7 253.5	Diámetro polea motriz					6.4	m
T13	1 212.3	2 755.1	-8.3	9.7	0.99	31 596.5	31 716.7	0.0	-16.3	-8.6	-7.8	-4 293.2	27 824.4	27 720.6	0.0	-16.3	-8.6	-7.7	-3 707.8	Par necesario a régimen					13 404	mdaN
T12	1 221.9	2 753.7	0.3	8.7	1.00	31 658.9	31 780.2	0.0	-7.8	0.0	-7.8	-4 332.1	27 662.8	27 558.5	0.0	-7.8	-0.1	-7.7	-3 721.8							
E2.2	1 230.6	2 753.8				31 782.2	31 792.2		0.6	0.0	0.6	356.4	27 560.5	27 551.2		0.7	0.0	0.7	332.8	Potencia a régimen					253	kW
																				Masa en movimiento						
																				Peso del cable					22 917	daN
																				Peso de los vehículos lado subida					20 605	daN
																				Peso de los vehículos lado bajada					20 605	daN
																				Peso poleas extremas					7 500	daN
																				Peso poleas de línea						daN
																				Esfuerzo tangencial adicional					1 095	daN
																				Par necesario en el arranque					16 881	mdaN
																				Potencia en el arranque					319.0	kW
																				Tensión mínima en la línea					27 551	daN
																				Tensión máxima en la línea					35 651	daN

4.5 CABLE DESNUDO – CABLE DESNUDO

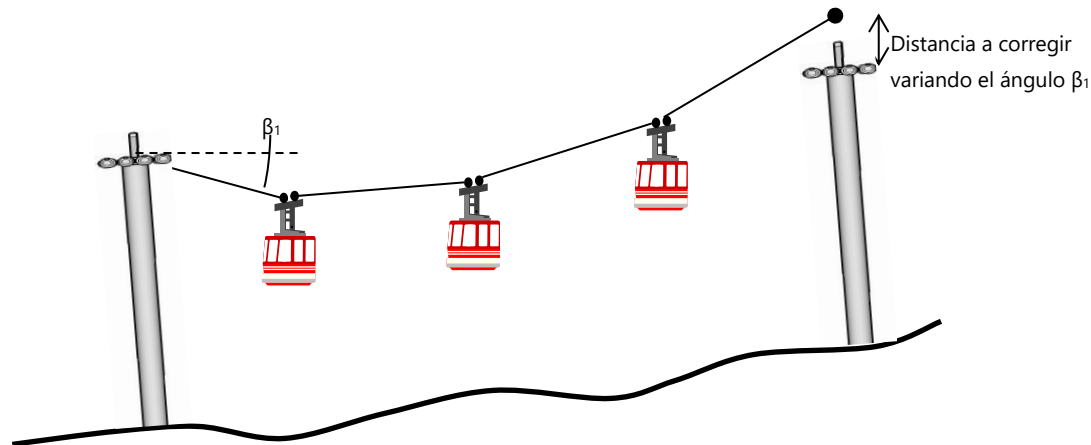
	Coordenadas cable					Lado subida							Lado bajada												
	X	Y	alpha vano (º)	l inclinada vano	cos (alpha vano)	Tensión entrada	Tensión salida	flecha (m)	Ángulo entrada (º)	Ángulo salida (º)	Ángulo deflexión (º)	Carga sobre torre	Tensión entrada	Tensión salida	flecha (m)	Ángulo entrada (º)	Ángulo salida (º)	Ángulo deflexión (º)	Carga sobre torre						
E3	78.0	2 883.8	-0.1	11.3	1.00	35 105.0	35 107.7	0.0	0.0	-0.2	0.2	96.7	34 895.0	34 892.3	0.0	0.0	-0.2	0.2	96.4	Adherencia a régimen1.08					
T22	89.2	2 883.8	7.6	32.1	0.99	35 107.6	35 232.7	0.0	0.0	7.3	-7.3	-4 469.3	34 892.2	34 768.3	0.0	0.0	7.3	-7.3	-4 423.7						
T21	121.0	2 888.0	-1.8	96.4	1.00	35 274.7	35 454.9	0.3	7.8	-2.6	10.4	6 433.7	34 810.3	34 633.1	0.3	7.8	-2.6	10.5	6 329.8	Incremento tensió lado subida en el arranque		547.6			
T20	217.4	2 884.9	-3.5	111.5	1.00	35 424.3	35 481.7	0.4	-1.1	-4.4	3.3	2 052.1	34 602.5	34 545.7	0.4	-1.1	-4.4	3.4	2 026.8	Reducción tensión lado bajada en el arranque		-547.6			
T19	328.6	2 878.1	-6.6	237.8	0.99	35 414.4	35 516.3	2.0	-2.6	-8.5	5.9	3 637.8	34 478.4	34 378.1	2.1	-2.6	-8.6	6.0	3 583.4						
T18	564.9	2 850.6	-8.1	156.8	0.99	35 244.9	35 323.4	0.9	-4.7	-9.2	4.6	2 804.9	34 106.7	34 029.0	0.9	-4.6	-9.3	4.7	2 774.4	Adherencia en el arranque1.11					
T17	720.1	2 828.5	-8.9	163.7	0.99	35 106.3	35 164.1	1.0	-6.7	-10.1	3.4	2 066.2	33 811.9	33 754.5	1.0	-6.7	-10.2	3.5	2 047.6						
T16	881.8	2 803.2	-7.6	187.3	0.99	34 914.6	34 942.4	1.3	-7.5	-9.1	1.6	993.5	33 505.0	33 476.4	1.3	-7.4	-9.2	1.8	1 023.9						
T15	1 067.5	2 778.3	-8.2	133.3	0.99	34 696.7	34 750.8	0.6	-6.1	-9.2	3.2	1 931.6	33 230.7	33 177.0	0.7	-6.0	-9.3	3.3	1 915.8	Esfuerzo tangencial		2 455	daN		
T14	1 199.4	2 759.2	-17.6	13.5	0.95	34 562.5	34 729.8	0.0	-7.1	-17.0	9.9	5 974.2	32 988.7	32 828.9	0.0	-7.0	-17.0	9.9	5 708.1	Diámetro polea motriz		6.4	m		
T13	1 212.3	2 755.1	-8.3	9.7	0.99	34 689.4	34 833.0	0.0	-16.7	-8.3	-8.5	-5 127.4	32 788.5	32 653.6	0.0	-16.7	-8.3	-8.4	-4 819.8	Par necesario a régimen		7 794	mdaN		
T12	1 221.9	2 753.7	0.3	8.7	1.00	34 819.2	34 961.8	0.0	-8.1	0.2	-8.4	-5 091.8	32 639.8	32 506.8	0.0	-8.1	0.2	-8.4	-4 747.6						
E2.2	1 230.6	2 753.8				34 962.2	34 968.9		0.4	0.0	0.4	237.4	32 507.3	32 501.0		0.4	0.0	0.4	223.7	Potencia a régimen147kW					
																				Masa en movimiento					
																				Peso del cable		22 917	daN		
																				Peso de los vehículos lado subida		20 605	daN		
																				Peso de los vehículos lado bajada		20 605	daN		
																				Peso poleas extremas		7 500	daN		
																				Peso poleas de línea			daN		
																				Esfuerzo tangencial adicional		1 095	daN		
																				Par necesario en el arranque		11 272	mdaN		
																				Potencia en el arranque213.0kW					
																				Tensión mínima en la línea		32 501	daN		
																				Tensión máxima en la línea		35 516	daN		

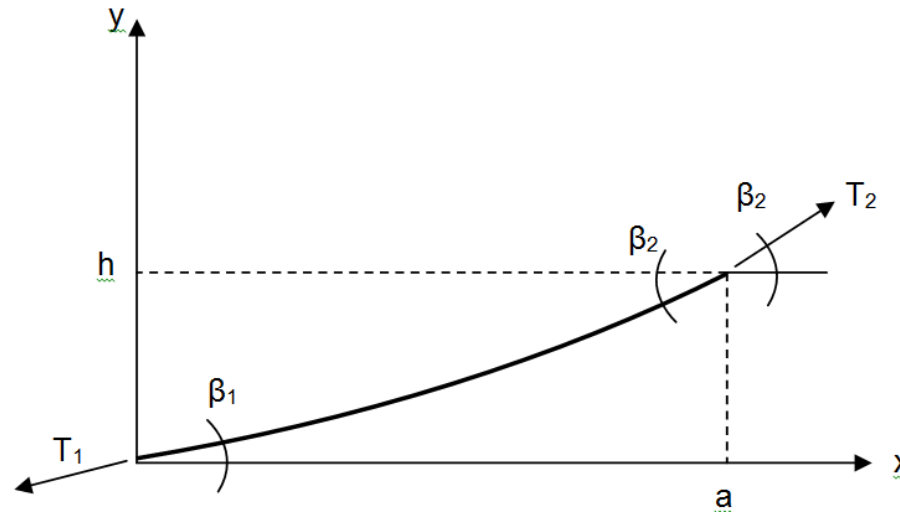
5 CÁLCULO EN CARGAS PUNTUALES

En una segunda fase, se retoma el cálculo de las catenarias del cable, considerando la carga puntual de cada vehículo, según la distancia entre éstos. El cálculo se desarrolla para cada posición de los vehículos (considerando un paso de avance generalmente igual a 2 metros).

Para cada posición de vehículo, el cálculo se realiza de la manera siguiente:

- ✓ Imposición del ángulo β_1
- ✓ Cálculo de la catenaria exacta hasta el primer vehículo
- ✓ Resolución de las ecuaciones de equilibrio del vehículo
- ✓ Cálculo de la catenaria exacta hasta el vehículo siguiente
- ✓
- ✓ Cálculo de la catenaria exacta hasta la pila siguiente y cálculo del error respecto a la cota de la pila
- ✓ iteración sobre el valor β_1 hasta que el punto obtenido por cálculo a nivel de la pila siguiente coincida con la cota de la pila:



Ecuaciones de la catenaria:

Conocidos: p , T_1 y β_1 .

Componente horizontal de la tensión: $H = T_1 \times \cos(\beta_1) = \text{cte sobre el vano}$

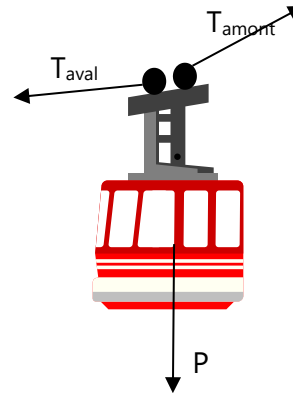
$$\beta_1 = a \tan(\text{sh}(q)) \rightarrow q = a \text{sh}(\tan(\beta_1))$$

$$\beta_2 = a \tan\left(\text{sh}\left(\frac{p \times a}{H} + q\right)\right)$$

Longitud de la catenaria: $S = \frac{H}{p} \times \text{abs}(\tan(\beta_1) - \tan(\beta_2))$

Coordenada y: $y = \frac{H}{p} \times \left[\text{ch}\left(\frac{p \times x}{H} + q\right) - \text{ch}(q) \right]$

Equilibrio en vehículos:

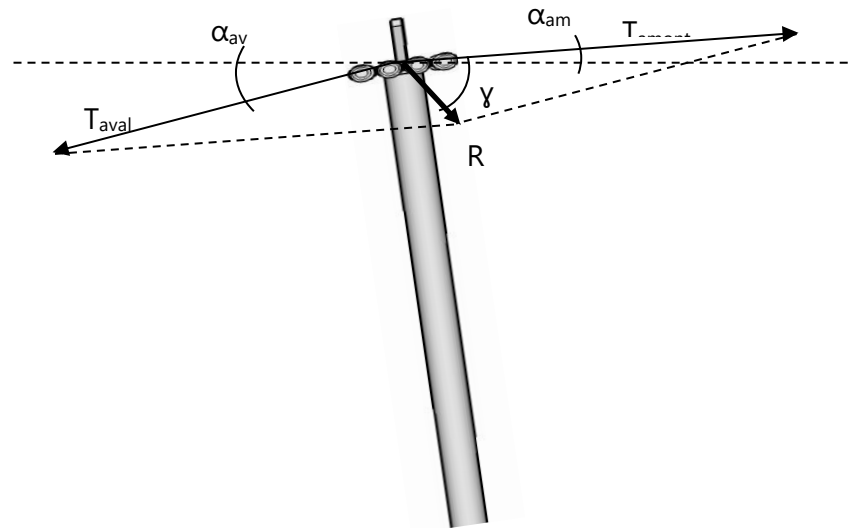


$$\overline{T_{aval}} + \overline{T_{amont}} + \overline{P} = 0$$

$$\tan(\alpha_{amont}) = \frac{P + T_{aval} \sin(\alpha_{aval})}{T_{aval} \cos(\alpha_{aval})}$$

$$T_{amont}^2 = (T_{aval} \cos(\alpha_{aval}))^2 + (T_{aval} \sin(\alpha_{aval}) + P)^2$$

Reacción en las torres:



$$T_{aval} + T_{amont} - R = 0$$

$$\text{proyección sobre el eje x: } -T_1 \cos(\alpha_{av}) + T_2 \cos(\alpha_{am}) - R \cos(\gamma) = 0$$

$$\text{proyección sobre el eje y: } T_1 \sin(\alpha_{av}) + T_2 \sin(\alpha_{am}) + R \sin(\gamma) = 0$$

$$\tan(\gamma) = \frac{T_1 \sin(\alpha_{av}) + T_2 \sin(\alpha_{am})}{T_1 \cos(\alpha_{av}) - T_2 \cos(\alpha_{am})}$$

$$R^2 = T_1^2 + T_2^2 - 2 \times T_1 T_2 \cos(\alpha_{am} - \alpha_{av})$$

6 RESULTADOS EN CARGAS PUNTUALES

6.1 CASO 100% - 0%

Subida (tensión máx. y mín. en el cable; ángulo de entrada y salida y carga resultante sobre cada torre)

	Tant min (daN)	Tant max (daN)	Tpost min (daN)	Tpost max (daN)	Ángulo ant min (°)	Ángulo ant max (°)	Ángulo post min (°)	Ángulo post max (°)	Carga min (daN)	Carga max (daN)
E3	34 895	34 895	34 898	34 941	0.0	0.0	-2.7	-0.2	107	1 643
T22	34 898	34 959	34 985	35 042	0.0	2.7	5.0	7.4	-4 499	-2 846
T21	35 062	35 320	35 303	35 567	7.9	10.4	-6.4	-3.9	8 115	8 822
T20	35 045	35 489	35 191	35 636	0.2	2.8	-8.3	-5.9	5 214	5 417
T19	34 863	35 442	35 118	35 697	-1.1	1.3	-16.0	-13.4	9 044	9 162
T18	33 881	34 739	34 130	34 988	0.3	2.9	-14.7	-12.1	8 880	8 985
T17	33 298	34 087	33 494	34 284	-3.9	-1.2	-15.8	-13.2	6 978	7 055
T16	32 345	33 289	32 527	33 469	-4.4	-1.8	-15.8	-13.1	6 388	6 518
T15	31 333	32 509	31 524	32 704	-2.2	0.6	-14.6	-11.9	6 757	7 016
T14	30 838	31 749	31 056	31 979	-4.6	-1.8	-20.4	-17.8	7 512	8 737
T13	30 540	31 938	30 644	32 081	-17.5	-15.3	-11.0	-8.4	-5 107	-3 556
T12	30 630	32 067	30 756	32 200	-8.2	-6.2	-2.2	0.2	-4 733	-3 340
E2.2	30 757	32 189	30 763	32 196	0.4	2.7	0.0	0.0	212	1 520

Bajada (tensión máx. y mín. en el cable; ángulo de entrada y salida y carga resultante sobre cada torre)

	Tant min (daN)	Tant max (daN)	Tpost min (daN)	Tpost max (daN)	Ángulo ant min (º)	Ángulo ant max (º)	Ángulo post min (º)	Ángulo post max (º)	Carga min (daN)	Carga max (daN)
E3	35 105	35 105	35 083	35 102	0.0	0.0	-1.3	-0.2	108	790
T22	35 087	35 107	34 968	35 001	0.0	1.1	5.9	7.4	-4 510	-3 608
T21	35 010	35 161	34 800	34 944	7.9	9.4	-4.7	-3.3	7 382	7 778
T20	34 686	34 882	34 578	34 774	-0.4	1.1	-6.8	-5.4	3 827	3 926
T19	34 378	34 608	34 191	34 420	-1.7	-0.2	-12.8	-11.4	6 655	6 720
T18	33 379	33 723	33 205	33 549	-1.7	-0.2	-12.4	-11.0	6 206	6 270
T17	32 637	32 933	32 501	32 797	-5.1	-3.6	-13.6	-12.1	4 826	4 856
T16	31 774	32 112	31 658	31 998	-5.6	-4.0	-13.1	-11.5	4 072	4 139
T15	30 962	31 348	30 831	31 215	-3.7	-2.1	-12.4	-10.9	4 631	4 775
T14	30 367	30 660	30 180	30 468	-5.5	-3.9	-19.1	-17.8	6 671	7 309
T13	29 864	30 428	29 744	30 292	-17.5	-16.0	-9.6	-8.4	-4 838	-3 947
T12	29 731	30 278	29 608	30 169	-8.2	-6.6	-0.8	0.2	-4 435	-3 600
E2.2	29 609	30 157	29 603	30 140	0.4	2.2	0.0	0.0	207	1 166

6.2 CASO 0% - 0%

Subida (tensión máx. y mín. en el cable; ángulo de entrada y salida y carga resultante sobre cada torre)

	Tant min (daN)	Tant max (daN)	Tpost min (daN)	Tpost max (daN)	Ángulo ant min (°)	Ángulo ant max (°)	Ángulo post min (°)	Ángulo post max (°)	Carga min (daN)	Carga max (daN)
E3	34 895	34 895	34 898	34 922	0.0	0.0	-1.6	-0.2	107	964
T22	34 898	34 923	35 001	35 033	0.0	1.6	6.0	7.4	-4 499	-3 543
T21	35 064	35 201	35 271	35 419	7.9	9.3	-4.8	-3.3	7 389	7 786
T20	35 134	35 361	35 242	35 469	-0.3	1.1	-6.6	-5.3	3 839	3 953
T19	35 038	35 302	35 226	35 491	-1.7	-0.4	-12.7	-11.3	6 697	6 762
T18	34 405	34 813	34 580	34 988	-1.9	-0.5	-12.3	-10.9	6 237	6 299
T17	34 006	34 379	34 142	34 516	-5.2	-3.7	-13.3	-11.9	4 843	4 885
T16	33 437	33 837	33 551	33 951	-5.8	-4.4	-12.8	-11.3	4 029	4 100
T15	32 779	33 309	32 911	33 442	-4.0	-2.5	-12.2	-10.7	4 655	4 803
T14	32 444	32 829	32 644	33 036	-5.8	-4.3	-19.2	-17.7	7 001	7 691
T13	32 330	32 995	32 456	33 143	-17.5	-16.3	-9.8	-8.4	-5 263	-4 411
T12	32 442	33 129	32 576	33 266	-8.2	-7.2	-1.1	0.2	-4 893	-4 106
E2.2	32 577	33 260	32 583	33 266	0.4	1.6	0.0	0.0	219	943

Bajada (tensión máx. y mín. en el cable; ángulo de entrada y salida y carga resultante sobre cada torre)

	Tant min (daN)	Tant max (daN)	Tpost min (daN)	Tpost max (daN)	Ángulo ant min (º)	Ángulo ant max (º)	Ángulo post min (º)	Ángulo post max (º)	Carga min (daN)	Carga max (daN)
E3	35 105	35 105	35 083	35 102	0.0	0.0	-1.3	-0.2	108	790
T22	35 087	35 107	34 968	35 001	0.0	1.1	5.9	7.4	-4 510	-3 608
T21	35 010	35 161	34 800	34 944	7.9	9.4	-4.7	-3.3	7 382	7 778
T20	34 686	34 882	34 578	34 774	-0.4	1.1	-6.8	-5.4	3 827	3 926
T19	34 378	34 608	34 191	34 420	-1.7	-0.2	-12.8	-11.4	6 655	6 720
T18	33 379	33 723	33 205	33 549	-1.7	-0.2	-12.4	-11.0	6 206	6 270
T17	32 637	32 933	32 501	32 797	-5.1	-3.6	-13.6	-12.1	4 826	4 856
T16	31 774	32 112	31 658	31 998	-5.6	-4.0	-13.1	-11.5	4 072	4 139
T15	30 962	31 348	30 831	31 215	-3.7	-2.1	-12.4	-10.9	4 631	4 775
T14	30 367	30 660	30 180	30 468	-5.5	-3.9	-19.1	-17.8	6 671	7 309
T13	29 864	30 428	29 744	30 292	-17.5	-16.0	-9.6	-8.4	-4 838	-3 947
T12	29 731	30 278	29 608	30 169	-8.2	-6.6	-0.8	0.2	-4 435	-3 600
E2.2	29 609	30 157	29 603	30 140	0.4	2.2	0.0	0.0	207	1 166

6.3 CASO 0% - 100%

Subida (tensión máx. y mín. en el cable; ángulo de entrada y salida y carga resultante sobre cada torre)

	Tant min (daN)	Tant max (daN)	Tpost min (daN)	Tpost max (daN)	Ángulo ant min (°)	Ángulo ant max (°)	Ángulo post min (°)	Ángulo post max (°)	Carga min (daN)	Carga max (daN)
E3	34 895	34 895	34 898	34 922	0.0	0.0	-1.6	-0.2	107	964
T22	34 898	34 923	35 001	35 033	0.0	1.6	6.0	7.4	-4 499	-3 543
T21	35 064	35 201	35 271	35 419	7.9	9.3	-4.8	-3.3	7 389	7 786
T20	35 134	35 361	35 242	35 469	-0.3	1.1	-6.6	-5.3	3 839	3 953
T19	35 038	35 302	35 226	35 491	-1.7	-0.4	-12.7	-11.3	6 697	6 762
T18	34 405	34 813	34 580	34 988	-1.9	-0.5	-12.3	-10.9	6 237	6 299
T17	34 006	34 379	34 142	34 516	-5.2	-3.7	-13.3	-11.9	4 843	4 885
T16	33 437	33 837	33 551	33 951	-5.8	-4.4	-12.8	-11.3	4 029	4 100
T15	32 779	33 309	32 911	33 442	-4.0	-2.5	-12.2	-10.7	4 655	4 803
T14	32 444	32 829	32 644	33 036	-5.8	-4.3	-19.2	-17.7	7 001	7 691
T13	32 330	32 995	32 456	33 143	-17.5	-16.3	-9.8	-8.4	-5 263	-4 411
T12	32 442	33 129	32 576	33 266	-8.2	-7.2	-1.1	0.2	-4 893	-4 106
E2.2	32 577	33 260	32 583	33 266	0.4	1.6	0.0	0.0	219	943

Bajada (tensión máx. y mín. en el cable; ángulo de entrada y salida y carga resultante sobre cada torre)

	Tant min (daN)	Tant max (daN)	Tpost min (daN)	Tpost max (daN)	Ángulo ant min (º)	Ángulo ant max (º)	Ángulo post min (º)	Ángulo post max (º)	Carga min (daN)	Carga max (daN)
E3	35 105	35 105	35 068	35 102	0.0	0.0	-2.2	-0.2	108	1 328
T22	35 067	35 119	34 954	35 027	0.0	2.0	4.8	7.4	-4 510	-2 919
T21	34 996	35 289	34 762	35 041	7.9	10.6	-6.4	-3.9	8 131	8 836
T20	34 567	34 966	34 422	34 815	0.2	2.7	-8.6	-6.1	5 203	5 380
T19	34 102	34 584	33 849	34 330	-0.9	1.6	-16.2	-13.6	8 997	9 118
T18	32 637	33 351	32 389	33 103	0.7	3.5	-14.9	-12.3	8 835	8 955
T17	31 602	32 183	31 406	31 987	-3.7	-0.9	-16.4	-13.7	6 962	7 017
T16	30 302	30 975	30 118	30 795	-4.0	-1.0	-16.4	-13.5	6 450	6 573
T15	28 952	29 812	28 761	29 617	-1.6	1.4	-15.1	-12.2	6 721	6 979
T14	28 083	28 813	27 885	28 606	-4.1	-1.0	-20.3	-17.8	7 070	8 229
T13	27 376	28 566	27 294	28 439	-17.5	-14.5	-10.6	-8.4	-4 534	-2 934
T12	27 296	28 425	27 184	28 336	-8.2	-5.2	-1.8	0.2	-4 134	-2 674
E2.2	27 185	28 311	27 179	28 285	0.4	3.8	0.0	0.0	197	1 865

6.4 CASO 100% - 100%

Subida (tensión máx. y mín. en el cable; ángulo de entrada y salida y carga resultante sobre cada torre)

	Tant min (daN)	Tant max (daN)	Tpost min (daN)	Tpost max (daN)	Ángulo ant min (°)	Ángulo ant max (°)	Ángulo post min (°)	Ángulo post max (°)	Carga min (daN)	Carga max (daN)
E3	35 105	35 105	35 068	35 102	0.0	0.0	-2.2	-0.2	108	1 328
T22	35 067	35 119	34 954	35 027	0.0	2.0	4.8	7.4	-4 510	-2 919
T21	34 996	35 289	34 762	35 041	7.9	10.6	-6.4	-3.9	8 131	8 836
T20	34 567	34 966	34 422	34 815	0.2	2.7	-8.6	-6.1	5 203	5 380
T19	34 102	34 584	33 849	34 330	-0.9	1.6	-16.2	-13.6	8 997	9 118
T18	32 637	33 351	32 389	33 103	0.7	3.5	-14.9	-12.3	8 835	8 955
T17	31 602	32 183	31 406	31 987	-3.7	-0.9	-16.4	-13.7	6 962	7 017
T16	30 302	30 975	30 118	30 795	-4.0	-1.0	-16.4	-13.5	6 450	6 573
T15	28 952	29 812	28 761	29 617	-1.6	1.4	-15.1	-12.2	6 721	6 979
T14	28 083	28 813	27 885	28 606	-4.1	-1.0	-20.3	-17.8	7 070	8 229
T13	27 376	28 566	27 294	28 439	-17.5	-14.5	-10.6	-8.4	-4 534	-2 934
T12	27 296	28 425	27 184	28 336	-8.2	-5.2	-1.8	0.2	-4 134	-2 674
E2.2	27 185	28 311	27 179	28 285	0.4	3.8	0.0	0.0	197	1 865

Bajada (tensión máx. y mín. en el cable; ángulo de entrada y salida y carga resultante sobre cada torre)

	Tant min (daN)	Tant max (daN)	Tpost min (daN)	Tpost max (daN)	Ángulo ant min (º)	Ángulo ant max (º)	Ángulo post min (º)	Ángulo post max (º)	Carga min (daN)	Carga max (daN)
E3	35 105	35 105	35 068	35 102	0.0	0.0	-2.2	-0.2	108	1 328
T22	35 067	35 119	34 954	35 027	0.0	2.0	4.8	7.4	-4 510	-2 919
T21	34 996	35 289	34 762	35 041	7.9	10.6	-6.4	-3.9	8 131	8 836
T20	34 567	34 966	34 422	34 815	0.2	2.7	-8.6	-6.1	5 203	5 380
T19	34 102	34 584	33 849	34 330	-0.9	1.6	-16.2	-13.6	8 997	9 118
T18	32 637	33 351	32 389	33 103	0.7	3.5	-14.9	-12.3	8 835	8 955
T17	31 602	32 183	31 406	31 987	-3.7	-0.9	-16.4	-13.7	6 962	7 017
T16	30 302	30 975	30 118	30 795	-4.0	-1.0	-16.4	-13.5	6 450	6 573
T15	28 952	29 812	28 761	29 617	-1.6	1.4	-15.1	-12.2	6 721	6 979
T14	28 083	28 813	27 885	28 606	-4.1	-1.0	-20.3	-17.8	7 070	8 229
T13	27 376	28 566	27 294	28 439	-17.5	-14.5	-10.6	-8.4	-4 534	-2 934
T12	27 296	28 425	27 184	28 336	-8.2	-5.2	-1.8	0.2	-4 134	-2 674
E2.2	27 185	28 311	27 179	28 285	0.4	3.8	0.0	0.0	197	1 865

6.5 RESUMEN DE CARGAS

Torre	Alt apoyo	0% - 0%				100% - 0%				100% - 100%				0% - 100%				Cable nu	
		Subida min	Subida max	Bajada min	Bajada max	Subida min	Subida max	Bajada min	Bajada max	Subida min	Subida max	Bajada min	Bajada max	Subida min	Subida max	Bajada min	Bajada max	Subida	Bajada
E3	12.06	107	964	108	790	107	1 643	108	790	107	1 643	108	1 328	107	964	108	1 328	107	108
T22	11.80	-4 499	-3 543	-4 510	-3 608	-4 499	-2 846	-4 510	-3 608	-4 499	-2 846	-4 510	-2 919	-4 499	-3 543	-4 510	-2 919	-4 499	-4 510
T21	20.50	7 389	7 786	7 382	7 778	8 115	8 822	7 382	7 778	8 115	8 822	8 131	8 836	7 389	7 786	8 131	8 836	7 389	7 382
T20	30.00	3 839	3 953	3 827	3 926	5 214	5 417	3 827	3 926	5 214	5 417	5 203	5 380	3 839	3 953	5 203	5 380	3 839	3 827
T19	33.00	6 697	6 762	6 655	6 720	9 044	9 162	6 655	6 720	9 044	9 162	8 997	9 118	6 697	6 762	8 997	9 118	6 697	6 655
T18	28.30	6 237	6 299	6 206	6 270	8 880	8 985	6 206	6 270	8 880	8 985	8 835	8 955	6 237	6 299	8 835	8 955	6 237	6 206
T17	26.30	4 843	4 885	4 826	4 856	6 978	7 055	4 826	4 856	6 978	7 055	6 962	7 017	4 843	4 885	6 962	7 017	4 843	4 826
T16	29.00	4 029	4 100	4 072	4 139	6 388	6 518	4 072	4 139	6 388	6 518	6 450	6 573	4 029	4 100	6 450	6 573	4 029	4 072
T15	22.30	4 655	4 803	4 631	4 775	6 757	7 016	4 631	4 775	6 757	7 016	6 721	6 979	4 655	4 803	6 721	6 979	4 655	4 631
T14	15.00	7 001	7 691	6 671	7 309	7 512	8 737	6 671	7 309	7 512	8 737	7 070	8 229	7 001	7 691	7 070	8 229	7 001	6 671
T13	14.32	-5 263	-4 411	-4 838	-3 947	-5 107	-3 556	-4 838	-3 947	-5 107	-3 556	-4 534	-2 934	-5 263	-4 411	-4 534	-2 934	-5 263	-4 838
T12	11.07	-4 893	-4 106	-4 435	-3 600	-4 733	-3 340	-4 435	-3 600	-4 733	-3 340	-4 134	-2 674	-4 893	-4 106	-4 134	-2 674	-4 893	-4 435
E2.2	14.08	219	943	207	1 166	212	1 520	207	1 166	212	1 520	197	1 865	219	943	197	1 865	219	207
L cable subida				1 163.0				1 164.2				1 164.2				1 163.0			1 163.0
L cable bajada				1 163.1				1 163.1				1 164.5				1 164.5			1 163.1
Carrera caso CD/CD				0.00				0.59				1.29				0.70			
Diferencia por tension				0.13				0.03				0.09				0.06			
Dilatación térmica				0.42				0.42				0.42				0.42			
Márgen delantero/posterior				2.00				2.00				2.00				2.00			
Carrera total				2.55				3.04				3.81				3.18			

Determinación de los equipos (balancines) sobre cada torre y carga resultante por polea

Torre	Alt apoyo	Equipo subida				Equipo bajada				Carga subida soporte	Carga subida compresión	Carga bajada soporte	Carga bajada compresión
E3	12.06	4	S			4	S			411		332	
T22	11.80			10	C			10	C		-450		-451
T21	20.50	12	S			12	S			735		736	
T20	30.00	10	S			10	S			542		538	
T19	33.00	12	S			12	S			764		760	
T18	28.30	12	S			12	S			749		746	
T17	26.30	10	S			10	S			705		702	
T16	29.00	10	S			10	S			652		657	
T15	22.30	10	S			10	S			702		698	
T14	15.00	12	S			12	S			728		686	
T13	14.32			12	C			12	C		-439		-403
T12	11.07			12	C			12	C		-408		-370
E2.2	14.08	4	S			4	S			380		466	

Se comprueba que la carga resultante por polea es compatible con el tipo de equipos previstos.