



PROYECTO:

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

CARGAS EN TORRES, SECCIÓN 1

LOCALIZACIÓN:

SAN CRISTÓBAL, BOGOTÁ

PROMOTOR:

INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO

Revisión: -

Bogotá, noviembre de 2021

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

San Cristóbal, Bogotá

Cargas en torres, Sección 1

Nombre documento : An3.1 Cargas torres Seccion 1.docx

Número de proyecto : 2102A117TU

Revisión	Descripción	Redactado por	Verificado por	Aprobado por	Fecha
-	Primera edición	M. Pastor	F. Goya	M. Pastor	15/11/2021

Firmas

Conformidad Promotor

Marc Pastor Vilanova
Ingeniero Mecánico

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN	4
2 NORMATIVA DE CÁLCULO	4
3 CARACTERÍSTICAS DE LAS GEOMETRÍAS Y DE LOS MATERIALES	4
4 TIPOS DE PILONAS	5
5 ACCIONES CONSIDERADAS	5
6 COMBINACIONES CONSIDERADAS.....	9
7 MODELOS DE CÁLCULO Y RESULTADOS	11
7.1 Introducción	11
7.2 Torre 1.....	14
7.2.1 Datos generales.....	14
7.2.2 Acciones globales (kN y mkN).....	15
7.2.3 Predimensionamiento fuste.....	16
7.3 Torre 2.....	17
7.3.1 Datos generales.....	17
7.3.2 Acciones globales (kN y mkN).....	18
7.3.3 Predimensionamiento fuste.....	19
7.4 Torre 3.....	20
7.4.1 Datos generales.....	20
7.4.2 Acciones globales (kN y mkN).....	21
7.4.3 Predimensionamiento fuste.....	22
7.5 Torre 4.....	23
7.5.1 Datos generales.....	23
7.5.2 Acciones globales (kN y mkN).....	24
7.5.3 Predimensionamiento fuste.....	25
7.6 Torre 5.....	26
7.6.1 Datos generales.....	26
7.6.2 Acciones globales (kN y mkN).....	27
7.6.3 Predimensionamiento fuste.....	28
7.7 Torre 6.....	29
7.7.1 Datos generales.....	29
7.7.2 Acciones globales (kN y mkN).....	30
7.7.3 Predimensionamiento fuste.....	31
7.8 Torre 7.....	32
7.8.1 Datos generales.....	32
7.8.2 Acciones globales (kN y mkN).....	33
7.8.3 Predimensionamiento fuste.....	34
7.9 Torre 8.....	35
7.9.1 Datos generales.....	35
7.9.2 Acciones globales (kN y mkN).....	36
7.9.3 Predimensionamiento fuste.....	37
7.10 Torre 9A	38
7.10.1 Datos generales	38
7.10.2 Acciones globales (kN y mkN).....	39

7.10.3 Predimensionamiento fuste	40
7.11 Torre 9B.....	41
7.11.1 Datos generales	41
7.11.2 Acciones globales (kN y mkN).....	42
7.11.3 Predimensionamiento fuste	43
7.12 Torre 9 (fuste inferior de la Y)	44
7.13 Torre 10.....	45
7.13.1 Datos generales	45
7.13.2 Acciones globales (kN y mkN).....	46
7.13.3 Predimensionamiento fuste	47
7.14 Torre 11.....	48
7.14.1 Datos generales	48
7.14.2 Acciones globales (kN y mkN).....	49
7.14.3 Predimensionamiento fuste	50
8 CONCLUSIONES	51

1 INTRODUCCIÓN

El presente documento tiene por objetivo realizar el predimensionamiento de las torres del teleférico de San Cristóbal. La metodología consiste en definir las cargas que actúan sobre la torre, para así calcular las reacciones a pie de fuste y realizar un predimensionamiento de la sección mínima necesaria de los fustes de las torres.

2 NORMATIVA DE CÁLCULO

Para los cálculos se han tenido en cuenta las siguientes normativas:

- EN 12930/2015 Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas. Cálculos.
- EN13109/2015 Requisitos de seguridad de las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas. Obras de ingeniería civil
- Manual de Puentes, de diciembre de 2018, elaborado por la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

3 CARACTERÍSTICAS DE LAS GEOMETRÍAS Y DE LOS MATERIALES

Las piezas metálicas modeladas en el cálculo usan como material perfiles de acero laminado S355. La siguiente tabla muestra los diámetros de fuste y espesores utilizados por algunos los fabricantes de sistemas de transporte por cable:

Diámetro [mm]	762	1016	1220	1422	1910	2140	2500
Espesor [mm]	12,5	12,5	12,5	12,5	15	15	15

Se utilizan estos diámetros de tubo (torres tubulares) a modo de dimensionamiento preliminar, a sabiendas de que será igualmente posible proponer torres troncocónicas (sección variable), en función del estándar del proveedor del sistema electromecánico.

La ménsula y sobreménsula modelizada está simplificada sin plataformas ni balancines para un ancho de vía de 6,4 m. Están formadas por perfiles de acero laminado de espesor 15 mm para los rectangulares de 600x300 mm y 320x300 mm y de 8 mm para los cuadrados de 200 mm. La

siguiente imagen ilustra la modelización. Las plataformas y balancines se insertan como cargas peso propio.

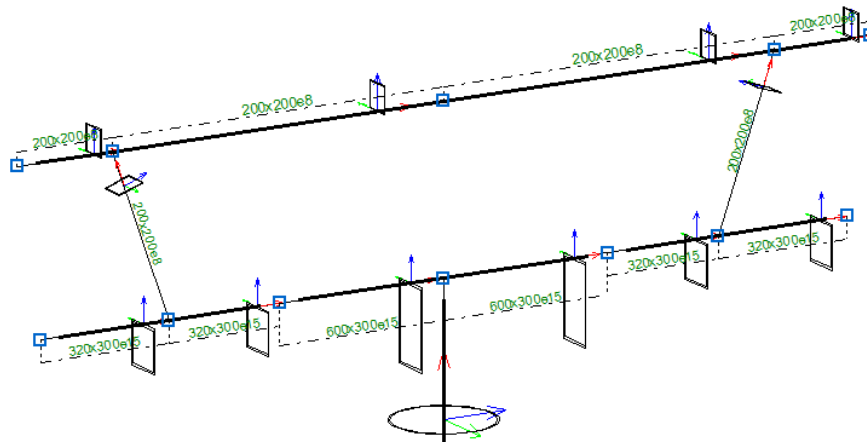


Ilustración 1. Modelizado tipo de una potencia y sobrepotencia para ancho de vía de 6,4 m

4 TIPOS DE PILONAS

El cuadro de pilonas se encuentra en el anexo de nota de cálculo de línea.

5 ACCIONES CONSIDERADAS

Con el objetivo de realizar el cálculo y tener en cuenta las fuerzas que dimensionan las pilonas, se tienen en cuenta las siguientes cargas cuyo punto de aplicación aparece en la ilustración al final del presente apartado:

P, peso propio

El peso propio contempla el peso de los siguientes elementos:

- Balancines
- Pasarelas: considerando que hay una de subida y otra de bajada
- Peso de ménsula y sobreménsula (potencia y sobrepotencia)
- Peso de los tramos de fuste, que viene calculado por la geometría y el material del modelo

Q_{su} , carga de uso, cable

La tensión del cable en cada apoyo se traduce por un esfuerzo resultante, caracterizado por una magnitud y un ángulo. Estos datos proceden del cálculo de línea, por lo que se introducen manualmente en la herramienta que nos ocupa, para los distintos casos de carga para los que se diseña el teleférico. generalmente los diferentes casos de carga son:

- vehículos vacíos a la subida y a la bajada
- vehículos llenos a la subida y vacíos a la bajada
- vehículos vacíos a la subida y llenos a la bajada
- vehículos llenos a la subida y a la bajada

Se considera asimismo la tensión del cable de comunicaciones.

 Q_v , cargas de viento

Las diferentes cargas dinámicas de viento dependen de si se trata para ELS o ELU. Para ELS se utiliza, tal y como marca la norma EN 12930/2015, 250 Pa de presión y para ELU 1.200 Pa.

Se contempla la presión dinámica de viento sobre los siguientes elementos:

- Estructuras propias de la torre (fuste, potencia, balancines, pasarelas), y en las 2 direcciones (en el sentido de la línea -longitudinal- y perpendicularmente a la línea -transversal-)
- Sobre el tramo de cable portador-tractor de medio vano anterior, y medio vano posterior (suponiendo que el esfuerzo generado por la presión del viento sobre cada vano se reparte a partes iguales entre la torre inicial y la torre final del vano). Este esfuerzo es únicamente "transversal" (perpendicular al eje de la línea) y se aplica tanto del lado de subida como del lado de bajada.
- Sobre el tramo de cable de comunicaciones, comúnmente denominado también cable multiconductor, de medio vano anterior y medio vano posterior. Al igual que para el cable portador-tractor, este esfuerzo es solo transversal.

Las acciones calculadas son:

- En explotación (250 Pa), longitudinal y transversal, según art. 6.5.4.a) de la EN 12930, y, en el caso de vehículos abiertos (telesillas), diferenciando los casos de carga, ya que la superficie expuesta al viento es diferente según si los vehículos están ocupados por pasajeros o si están vacíos:

- vehículos vacíos a la subida y a la bajada
 - vehículos llenos a la subida y vacíos a la bajada
 - vehículos vacíos a la subida y llenos a la bajada (opcional)
 - vehículos llenos a la subida y a la bajada (opcional)
- Fuera de explotación transversal sin hielo (1200 Pa), según art. 6.5.4.b) de la EN 12930
 - Fuera de explotación transversal con hielo (600 Pa), según art. 7.2.4.b) de la EN 12930
 - Fuera de explotación longitudinal sin hielo (300 Pa), según art. 7.2.4.b) de la EN 12930
 - Fuera de explotación longitudinal con hielo (200 Pa), según art. 7.2.4.b) de la EN 12930

Nota: se ha comprobado que las cargas de viento de la normativa colombiana son inferiores a la europea, motivo por el cual se ha adoptado esta última.

Q_s, cargas de sismo

El sismo se aplica considerando las hipótesis comunicadas por el especialista de estructuras.

- Tipo de suelo C
- PGA = 0,25 g (2,5 m/s²)
- S_s = 0,6 g (5,9 m/s²)
- S₁ = 0,3 g (2,9 m/s²)
- F_{pga} = 1,15
- F_a = 1,16
- F_v = 1,5
- Coeficiente de importancia = 1,5

Así la aceleración de cálculo considerada es igual a la aceleración máxima previsible (zona plana del espectro sísmico de la CCP-14, ver figura siguiente): S_s x F_a x Coef importancia = 10,24 m/s². Para obtener el esfuerzo resultante de la acción sísmica, se aplica esta aceleración a todas las masas suspendidas de la torre (ménsula, sobreménsula, balancines, pasarelas, fuste).

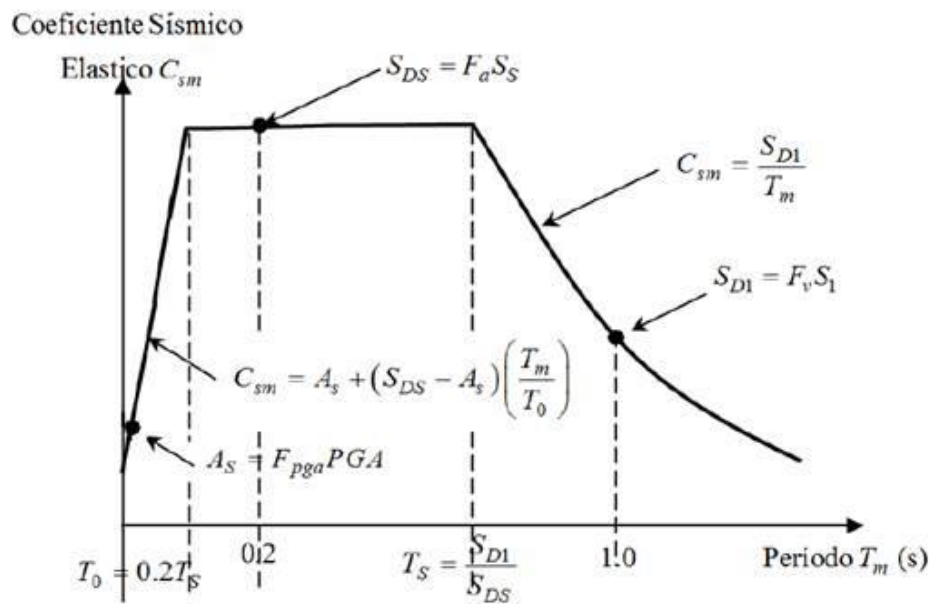


Ilustración 2. Espectro sísmico de la CCP-14

Resumen de acciones y clasificación de estas

Las cargas se clasifican por su variación temporal, tal y como indica el apartado 7.1.1.2 de la EN13107:2015:

- acciones permanentes (G)
- acciones variables (Q)
- acciones accidentales (A)

Puntos de aplicación de las cargas

Las cargas sobre los cables tracto-portadores se aplican sobre los puntos B y los del cable de comunicaciones sobre el punto A. Las cargas de peso propio de balancines, potencia y sobrepotencia se aplican sobre los puntos B.

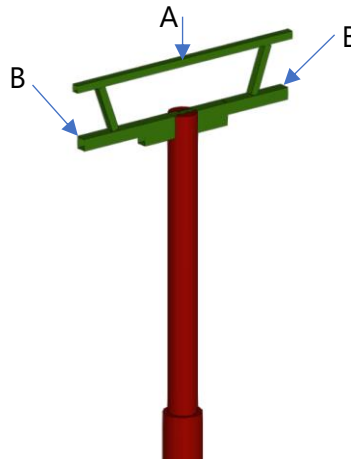


Ilustración 3. Esquema con los puntos de aplicación de las acciones

6 COMBINACIONES CONSIDERADAS

Para la realización de la matriz de combinaciones a considerar, primero se definen generalmente dos tipos de Estados Límites:

- los ELU (Estado Límite Último): *un Estado Límite Último es un estado límite, tal que de ser rebasado la estructura completa o una parte de la misma puede colapsar al superar su capacidad resistente. En general, el que un ELU sea sobrepasado es una situación extremadamente grave, que puede provocar cuantiosos daños materiales y desgracias personales.*
- Los ELS (Estado Límite de servicio): *un Estado Límite de Servicio (ELS) es un tipo de estado límite que, de ser rebasado, produce una pérdida de funcionalidad o deterioro de la estructura, pero no un riesgo inminente a corto plazo. En general, los ELS se refieren a situaciones solventables, reparables o que admiten medidas paliativas o molestias no-graves a los usuarios. El que un ELS sea rebasado no reviste la misma gravedad que el que un ELU se sobrepasado.*

Por la definición de los Estados Límite, es fácil entender por qué los coeficientes de seguridad que ese aplican para ambos son distintos (más moderados en los ELS y mayores en los ELU).

En el caso que nos ocupa, nos referimos a la EN13107:2015, y más particularmente en su capítulo 9.3. En este apartado se detallan las combinaciones a calcular. A partir de las definiciones de la norma se elabora una matriz de combinaciones.

La matriz se compone de 6 bloques que se describen a continuación. Las combinaciones vienen definidas por los coeficientes definidos en el capítulo 9.3.3.3 (ELU) y 9.4.3.3 (ELS) de la EN13107:2015.

- a) aquellas combinaciones de “Estado Límite Último duraderas” (ELU)

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} ; \gamma_p P_k ; \gamma_{Q1} Q_{k1} ; \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \psi_{0i} Q_{ki}$$

- b) aquellas combinaciones de “Estado Límite Último accidentales” (ELU)

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{GAj} G_{kj} ; \gamma_{PA} P_k ; A_d ; \psi_{11} Q_{k1} ; \sum_{i > 1} \psi_{2i} Q_{ki}$$

- c) aquellas combinaciones de “Estado Límite Último sísmicas” (ELU)

$$\sum_{j \geq 1} G_{kj} ; P_k ; \gamma_1 A_{Ed} ; \sum_{i \geq 1} \psi_{2i} Q_{ki}$$

- d) aquellas combinaciones de “Estado Límite de Servicio casi permanente” (ELS)

$$\sum_{j \geq 1} G_{kj} ; P_k ; \psi_{11} Q_{k1} ; \sum_{i > 1} \psi_{2i} Q_{ki}$$

- e) aquellas combinaciones de “Estado Límite de Servicio Raro” (ELS rare)

$$\sum_{j \geq 1} G_{kj} ; P_k ; Q_{k1} ; \sum_{i > 1} \psi_{0i} Q_{ki}$$

- f) aquellas combinaciones de “Estado Límite de Servicio Frecuente” (ELS often)

$$\sum_{j \geq 1} G_{kj} ; P_k ; \sum_{i \geq 1} \psi_{2i} Q_{ki}$$

Recordamos a continuación la simbología utilizada en la norma:

- ; significa “debe combinarse con”
- $\sum$ significa “el efecto combinado de” (es decir la suma de)
- G_{ki} valores característicos de una acción permanente (en nuestro caso, el peso propio)
- P_k valor característico de una acción de pretensión (la herramienta no prevé ninguna acción de este tipo)
- Q_{k1} valor característico de la acción variable dominante

Q_{ki} valor característico de la acción variable i

γ_{Gj} coeficiente parcial de seguridad de la acción permanente j , según tabla 2 de la norma:

Referencia	Acciones	Símbolo	Situación de proyecto	
			Perma- nentes	Accidentales
7.2.2.2, 7.3.2.2, 7.4.2.2	Verificación del equilibrio estático			
	Peso propio desfavorable	$\gamma_{G,sup}$	1,1	1,0
	favorable	$\gamma_{G,inf}$	0,9	1,0
7.2.2.2, 7.3.2.2, 7.4.2.2, 7.2.2.3, 7.3.2.3, 7.4.2.3	Verificación de la resistencia			
	Peso propio (teleféricos, funiculares, telesquis) y acciones del terreno	$\gamma_{G,sup}$	1,35	1,0
		$\gamma_{G,inf}$	1,0	1,0

γ_{GAj} como γ_{Gj} pero en las situaciones de proyecto accidentales

γ_P coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensión (la herramienta no prevé ninguna acción de este tipo)

γ_{PA} como γ_P pero en las situaciones de proyecto accidentales

γ_{Q1} coeficiente parcial de seguridad de la acción variable dominante

γ_{Qi} coeficiente parcial de seguridad de la acción variable i

γ_1 coeficiente de importancia según Eurocódigo EN1998 (la herramienta, en esta primera fase no prevé tener en cuenta los esfuerzos sísmicos)

ψ coeficientes de combinación, según tabla 1 de la norma

Con el objetivo de cubrir todas las posibilidades, se obtiene una matriz con 360 combinaciones, para cada una de las cuáles se indica el factor multiplicativo a aplicar para cada acción (coeficiente de seguridad x coeficiente de combinación).

7 MODELOS DE CÁLCULO Y RESULTADOS

7.1 INTRODUCCIÓN

Los siguientes datos de entrada son los estudiados para los tres tipos de torre:

- Datos comunes:
 - Generales
 - Ancho de vía: 6,4 m
 - Distancia entre vehículos: 54 m
 - Personas por vehículo: 10
 - Cable
 - Diámetro del cable: 52 mm
 - Masa del cable: 10,05 kg/m

- Cargas sobre cada torre, procedentes de la nota de cálculo de línea
- Multiconductor
 - Diámetro del multi: 71,7 mm
 - Peso propio del multi: 1,52 daN
- Densidad de los materiales
 - Acero: 7.850 kg/m³

El resto de los datos que son dependientes de la torre analizada, aparecen en cada uno de los casos.

Para el cálculo de los tramos de piona, se tienen en cuenta los siguientes tipos de tramo con su diámetro, espesor, tipo de acero, peso, inercia, límite elástico y momento flector máximo admisible:

Tipo tramo fuste	Ø _{ext} (mm)	Espesor (mm)	Tipo de acero	Peso lineal (kN/m)	Momento de inercia (m ⁴)	Límite elástico reducido (kN/m ²)	Momento flector admisible (kN·m)
1	762	12.5	S355	2.27	0.0021	308696	1675
2	1016	12.5	S355	3.03	0.0050	308696	3015
3	1220	12.5	S355	3.65	0.0086	308696	4374
4	1422	12.5	S355	4.26	0.0137	308696	5968
5	1910	15	S355	6.87	0.0401	308696	12958
6	2140	15	S355	7.71	0.0565	308696	16308
7	2500	15	S355	9.01	0.0904	308696	22324
8	3000	15	S355	10.83	0.1567	308696	32243

Se tiene en cuenta que el momento de inercia de un tubo, en la dirección en la que se realiza el análisis es:

$$I_x = I_y = \frac{\pi}{4} (r_{ext}^4 - r_{int}^4)$$

Donde r_{ext} es el radio externo y r_{int} es el radio interno del tramo de fuste.

El sistema de ejes utilizado se ilustra a continuación:

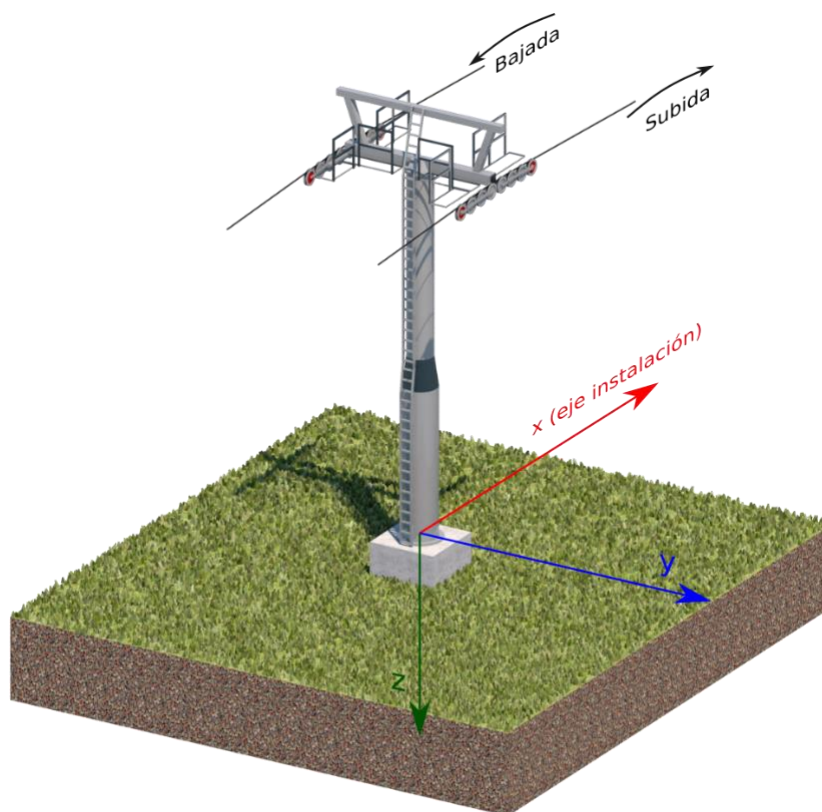


Ilustración 4. Orientación de ejes adoptada

(X en el eje de la línea del teleférico, Z vertical hacia abajo e Y resultante)

7.2.1 Datos generales

14

7.2.2 Acciones globales (kN y mN)

	ACCIONES GLOBALES								
	Nº	Acción	Tipo de acción	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
PESO PROPIO	1	Peso estructuras	G	0.00	0.00	120.66	0.00	-337.87	0.00
	2	Peso estructuras hielo	Q	0.00	0.00	121.37	0.00	-339.17	0.00
CABLE	3	Tensión nu-nu	G	-6.47	0.00	-91.64	23.26	364.07	-0.93
	4	Tensión 0%-0%	G	-6.47	0.00	-91.64	23.26	364.07	-0.93
	5	Tensión 100%-0%	Q	-5.67	0.00	-85.52	3.67	335.67	1.63
	6	Tensión 0%-100%	Q	-5.51	0.00	-80.42	59.18	317.63	-4.00
	7	Tensión 100%-100%	Q	-4.71	0.00	-74.30	39.59	289.22	-1.44
	8	Tensión nu-nu con hielo	Q	0.00	0.00	0.00	32.56	-43.96	0.00
	9	Tensión 0%-0% con hielo	Q	0.00	0.00	0.00	5.14	-65.11	0.00
	10	Sobretensión 0%-0%	Q	-9.05	0.00	-128.30	32.56	509.70	-1.30
	11	Sobretensión 100%-0%	Q	-7.93	0.00	-119.73	5.14	469.93	2.29
	12	Sobretensión 0%-100%	Q	-7.71	0.00	-112.58	82.85	444.68	-5.60
	13	Sobretensión 100%-100%	Q	-6.59	0.00	-104.02	55.43	404.91	-2.01
VIENTO	14	Viento T FS estructuras	Q	0.00	18.75	0.00	170.17	0.00	0.00
	15	Viento T FS cable	Q	0.00	9.40	0.00	104.29	0.00	0.00
	16	Viento T FS 0%-0%	Q	0.00	13.45	0.00	149.29	0.00	0.00
	17	Viento L FS estructuras	Q	3.03	0.00	0.00	0.00	20.94	0.00
	18	Viento L FS cable	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	19	Viento L FS 0%-0%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	20	Viento T FS hielo/estructuras	Q	0.00	35.71	0.00	322.21	0.00	0.00
	21	Viento T FS hielo/cable	Q	0.00	15.31	0.00	169.96	0.00	0.00
	22	Viento T FS hielo/0%-0%	Q	0.00	26.78	0.00	297.30	0.00	0.00
	23	Viento L FS hielo/estructuras	Q	13.37	0.00	0.00	0.00	122.96	0.00
	24	Viento L FS hielo/cable	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	25	Viento L FS hielo/0%-0%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	26	Viento T ES/estructuras	Q	0.00	7.44	0.00	67.13	0.00	0.00
	27	Viento T ES/cable	Q	0.00	3.19	0.00	35.41	0.00	0.00
	28	Viento T ES/0%-0%	Q	0.00	5.58	0.00	61.94	0.00	0.00
	29	Viento T ES/100%-0%	Q	0.00	5.58	0.00	61.94	0.00	0.00
	30	Viento T ES/0%-100%	Q	0.00	5.58	0.00	61.94	0.00	0.00
	31	Viento T ES/100%-100%	Q	0.00	5.58	0.00	61.94	0.00	0.00
	32	Viento L ES/estructuras	Q	3.70	0.00	0.00	0.00	25.62	0.00
	33	Viento L ES/cable	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	34	Viento L ES/0%-0%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	35	Viento L ES/100%-0%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	36	Viento L ES/0%-100%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	37	Viento L ES/100%-100%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ALUD	38	Reptación	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	39	Alud	A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SISMO	40	Sismo Sx	A	126.01	0.00	0.00	0.00	1208.00	0.00
	41	Sismo Sy	A	0.00	126.01	0.00	1208.00	0.00	0.00
	42	Sismo Sz	A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

7.2.3 Predimensionamiento fuste

Dimensionamiento fuste de pilonas				
h_pilona	Mf result max (kNm)	Mf_pilona	Dia. fuste	Peso (kN)
0.0	1564.00	3128.00	1220	
11.1	0.00	0.00		
11.1	0.00	0.00	762	
10.6	70.45	140.90	762	1.133
10.1	140.90	281.80	762	1.133
9.6	211.35	422.70	762	1.133
9.1	281.80	563.60	762	1.133
8.6	352.25	704.50	762	1.133
8.1	422.70	845.41	762	1.133
7.6	493.15	986.31	762	1.133
7.1	563.60	1127.21	762	1.133
6.6	634.05	1268.11	762	1.133
6.1	704.50	1409.01	762	1.133
5.6	774.96	1549.91	762	1.133
5.1	845.41	1690.81	1016	1.517
4.6	915.86	1831.71	1016	1.517
4.1	986.31	1972.61	1016	1.517
3.6	1056.76	2113.51	1016	1.517
3.1	1127.21	2254.41	1016	1.517
2.6	1197.66	2395.32	1016	1.517
2.1	1268.11	2536.22	1016	1.517
1.6	1338.56	2677.12	1016	1.517
1.1	1409.01	2818.02	1016	1.517
0.6	1479.46	2958.92	1016	1.517
0.1	1549.91	3099.82	1220	1.825

7.3 TORRE 2

7.3.1 Datos generales

T2																							
DATOS GENERALES			PESO PROPIO			VIENTO			CABLE														
Altura torre	23	m	Torre			Estructura			Reacción del cable sobre balancines														
Incl. torre	5.71	°	Masa torre (fuste)	8831	kg	SUBIDA				Reacción	Ángulo de	Reacción	Ángulo de										
Ancho de vía	10	%	Estructura superior de la torre (balancines y pasarelas)			Diámetro poleas balancín	0.5	m		lado subida	la reacción	lado bajada	la reacción										
L vano anterior	6.4	m	SUBIDA			Número de poleas del balancín	8	-		(kN)	subida (°)	(kN)	bajada (°)										
L vano posterior	121.2	m	8S			Grosor poleas	0.2	m		Caso cable solo - cable solo	10.67	10.37	0.00	10.37									
Dist. entre vehículos	128.7	m	Masa balancín	1150.0	kg	Sup x passarela	0.1	m2		Caso 0% - 0%	33.18	10.36	33.34	10.51									
Pers. por vehículo	54	m	Masa passarela	600.0	kg	Sup y passarela	0.84	m2		Caso 100% - 0%	50.47	10.36	32.04	10.51									
Diámetro medio torre	10	pers/v	Sup Z estr.	1.5	m2	BAJADA				Caso 0% - 100%	33.18	10.36	48.46	10.61									
Cable			BAJADA			Diámetro poleas balancín	0.5	m		Caso 100% - 100%	50.47	10.36	48.46	10.61									
Diámetro cable	0.052	m	8S			Número de poleas del balancín	8	-		Sobretensión del cable (+40%)													
Peso Propio cable	10.05	kg/m	Masa balancín	1150.0	kg	Grosor poleas	0.2	m			Reacción	Ángulo de	Reacción	Ángulo de									
Multiconductor			Masa passarela	600.0	kg	Sup x passarela	0.1	m2			lado subida	la reacción	lado bajada	la reacción									
Diámetro multi	0.072	m	Sup Z estr.	1.5	m2	Sup y passarela	0.84	m2		Caso 0% - 0%	46.45	10.36	46.67	10.51									
Peso Propio multi	1.52	daN/m	Potencia			Sup x potencia	2.14	m2		Caso 100% - 0%	70.66	10.36	44.86	10.51									
Suelo			Masa potencia	1375.0	kg	Sup y potencia	6.86	m2		Caso 0% - 100%	46.45	10.36	67.84	10.61									
Densidad relleno	17	kN/m3	Masa sobrepotencia	825	kg	Vehículos				Caso 100% - 100%	70.66	10.36	67.84	10.61									
Cohesión	0	kN/m3	Sup. Z pot + sobrepot	2.14	m2	núm. de veh. en vano anterior	3																
Ángulo roz. interno	25	°				núm. de veh. en vano posterior	3																
Roz. hormigón/suelo	30	°				pasajeros/vehículo	10																
qELS	850	kN/m2				Sup x vehículo	6	m2															
qELU	1400	kN/m2				Sup y vehículo	4.65	m2															
Pendiente del terreno	5.71	°																					
Densidad materiales																							
Densidad hormigón	2500	kg/m3																					
	24.5165	kN/m3																					
Densidad acero	7850.0	kg/m3																					
	76.98	kN/m3																					
Hielo																							
Grosor hielo	0.01	m																					
Densidad hielo	200	kg/m3																					
	1.96132	kN/m3																					

7.3.2 Acciones globales (kN y mKN)

ACCIONES GLOBALES									
	Nº	Acción	Tipo de acción	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
PESO PROPIO	1	Peso estructuras	G	0.00	0.00	142.50	0.00	227.02	0.00
	2	Peso estructuras hielo	Q	0.00	0.00	144.31	0.00	229.21	0.00
CABLE	3	Tensión nu-nu	G	1.92	0.00	10.50	-33.60	-20.15	6.15
	4	Tensión 0%-0%	G	12.05	0.00	65.42	0.44	-127.35	-0.36
	5	Tensión 100%-0%	Q	14.92	0.00	81.15	-58.06	-157.38	10.34
	6	Tensión 0%-100%	Q	14.89	0.00	80.27	47.96	-158.82	-9.47
	7	Tensión 100%-100%	Q	18.00	0.00	97.27	-6.47	-191.37	0.48
	8	Tensión nu-nu con hielo	Q	0.00	0.00	0.00	0.62	-43.96	0.00
	9	Tensión 0%-0% con hielo	Q	0.00	0.00	0.00	-81.28	-65.11	0.00
	10	Sobretensión 0%-0%	Q	16.86	0.00	91.58	0.62	-178.29	-0.50
	11	Sobretensión 100%-0%	Q	20.88	0.00	113.61	-81.28	-220.33	14.48
	12	Sobretensión 0%-100%	Q	20.85	0.00	112.37	67.14	-222.35	-13.25
	13	Sobretensión 100%-100%	Q	25.20	0.00	136.18	-9.06	-267.92	0.67
VIENTO	14	Viento T FS estructuras	Q	0.00	29.19	0.00	453.77	0.00	0.00
	15	Viento T FS cable	Q	0.00	18.22	0.00	419.04	0.00	0.00
	16	Viento T FS 0%-0%	Q	0.00	20.17	0.00	464.01	0.00	0.00
	17	Viento L FS estructuras	Q	7.06	0.00	0.00	0.00	89.75	0.00
	18	Viento L FS cable	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	19	Viento L FS 0%-0%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	20	Viento T FS hielo/estructuras	Q	0.00	56.76	0.00	877.10	0.00	0.00
	21	Viento T FS hielo/cable	Q	0.00	29.69	0.00	682.89	0.00	0.00
	22	Viento T FS hielo/0%-0%	Q	0.00	40.18	0.00	924.05	0.00	0.00
	23	Viento L FS hielo/estructuras	Q	37.24	0.00	0.00	0.00	529.28	0.00
	24	Viento L FS hielo/cable	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	25	Viento L FS hielo/0%-0%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	26	Viento T ES/estructuras	Q	0.00	11.82	0.00	182.73	0.00	0.00
	27	Viento T ES/cable	Q	0.00	6.19	0.00	142.27	0.00	0.00
	28	Viento T ES/0%-0%	Q	0.00	8.37	0.00	192.51	0.00	0.00
	29	Viento T ES/100%-0%	Q	0.00	8.37	0.00	192.51	0.00	0.00
	30	Viento T ES/0%-100%	Q	0.00	8.37	0.00	192.51	0.00	0.00
	31	Viento T ES/100%-100%	Q	0.00	8.37	0.00	192.51	0.00	0.00
	32	Viento L ES/estructuras	Q	8.67	0.00	0.00	0.00	110.27	0.00
	33	Viento L ES/cable	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	34	Viento L ES/0%-0%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	35	Viento L ES/100%-0%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	36	Viento L ES/0%-100%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	37	Viento L ES/100%-100%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ALUD	38	Reptación	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	39	Alud	A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SISMO	40	Sismo Sx	A	148.82	0.00	0.00	0.00	2158.50	0.00
	41	Sismo Sy	A	0.00	148.82	0.00	2158.50	0.00	0.00
	42	Sismo Sz	A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

7.3.3 Predimensionamiento fuste

Dimensionamiento fuste de pilonas				
h_pilona	Mf result max (kNm)	Mf_pilona	Dia. fuste	Peso (kN)
0.0	3385.41	6770.82	1910	
23.0	0.00	0.00		
23.0	0.00	0.00	762	
22.5	73.60	147.19	762	1.133
22.0	147.19	294.38	762	1.133
21.5	220.79	441.57	762	1.133
21.0	294.38	588.77	762	1.133
20.5	367.98	735.96	762	1.133
20.0	441.57	883.15	762	1.133
19.5	515.17	1030.34	762	1.133
19.0	588.77	1177.53	762	1.133
18.5	662.36	1324.72	762	1.133
18.0	735.96	1471.92	762	1.133
17.5	809.55	1619.11	762	1.133
17.0	883.15	1766.30	1016	1.517
16.5	956.75	1913.49	1016	1.517
16.0	1030.34	2060.68	1016	1.517
15.5	1103.94	2207.87	1016	1.517
15.0	1177.53	2355.07	1016	1.517
14.5	1251.13	2502.26	1016	1.517
14.0	1324.72	2649.45	1016	1.517
13.5	1398.32	2796.64	1016	1.517
13.0	1471.92	2943.83	1016	1.517
12.5	1545.51	3091.02	1220	1.825
12.0	1619.11	3238.22	1220	1.825
11.5	1692.70	3385.41	1220	1.825
11.0	1766.30	3532.60	1220	1.825
10.5	1839.90	3679.79	1220	1.825
10.0	1913.49	3826.98	1220	1.825
9.5	1987.09	3974.17	1220	1.825
9.0	2060.68	4121.37	1220	1.825
8.5	2134.28	4268.56	1220	1.825
8.0	2207.87	4415.75	1422	2.131
7.5	2281.47	4562.94	1422	2.131
7.0	2355.07	4710.13	1422	2.131
6.5	2428.66	4857.32	1422	2.131
6.0	2502.26	5004.52	1422	2.131
5.5	2575.85	5151.71	1422	2.131
5.0	2649.45	5298.90	1422	2.131
4.5	2723.05	5446.09	1422	2.131
4.0	2796.64	5593.28	1422	2.131
3.5	2870.24	5740.47	1422	2.131
3.0	2943.83	5887.67	1422	2.131
2.5	3017.43	6034.86	1910	3.437
2.0	3091.02	6182.05	1910	3.437
1.5	3164.62	6329.24	1910	3.437
1.0	3238.22	6476.43	1910	3.437
0.5	3311.81	6623.62	1910	3.437
0.0	3385.41	6770.82	1910	3.437

7.4 TORRE 3

7.4.1 Datos generales

T3																		
DATOS GENERALES			PESO PROPIO			VIENTO			CABLE									
Altura torre	32	m	Torre			Estructura			Reacción del cable sobre balancines									
Incl. torre	2.86	º	Masa torre (fuste)	16769	kg	SUBIDA				Reacción	Ángulo de	Reacción	Ángulo de					
	5	%	Estructura superior de la torre (balancines y pasarelas)			Diámetro poleas balancín	0.5	m		lado subida	la reacción	lado bajada	la reacción					
Ancho de vía	6.4	m	SUBIDA			Número de poleas del balancín	10	-		(kN)	subida (º)	(kN)	bajada (º)					
L vano anterior	128.7	m	10S			Grosor poleas	0.2	m		Caso cable solo - cable solo	30.24	9.09	0.00	9.09				
L vano posterior	121.4	m	Masa balancín	2000.0	kg	Sup x passarela	0.1	m2		Caso 0% - 0%	53.25	8.62	52.96	8.80				
Dist. entre vehículos	54	m	Masa passarela	700.0	kg	Sup y passarela	0.84	m2		Caso 100% - 0%	70.96	8.28	51.65	8.80				
Pers. por vehículo	10	pers/v	Sup Z estr.	1.5	m2	BAJADA				Caso 0% - 100%	53.25	8.62	68.35	8.58				
Diámetro medio torre	1.51	m	BAJADA			Diámetro poleas balancín	0.5	m		Caso 100% - 100%	70.96	8.28	68.35	8.58				
Cable			10S			Número de poleas del balancín	10	-		Sobretensión del cable (+40%)								
Diámetro cable	0.052	m	Masa balancín	2000.0	kg	Grosor poleas	0.2	m			Reacción	Ángulo de	Reacción	Ángulo de				
Peso Propio cable	10.05	kg/m	Masa passarela	700.0	kg	Sup x passarela	0.1	m2			lado subida	la reacción	lado bajada	la reacción				
Multiconductor			Sup Z estr.	1.5	m2	Sup y passarela	0.84	m2			(kN)	subida (º)	(kN)	bajada (º)				
Diámetro multi	0.072	m	Potencia			Potència				Caso 0% - 0%	74.54	8.62	74.14	8.80				
Peso Propio multi	1.52	daN/m	Masa potencia	1375.0	kg	Sup x potencia	2.14	m2		Caso 100% - 0%	99.35	8.28	72.31	8.80				
Suelo			Masa sobrepotencia	825	kg	Sup y potencia	6.86	m2		Caso 0% - 100%	74.54	8.62	95.70	8.58				
Densidad relleno	17	kN/m3	Sup. Z pot + sobrepot	2.14	m2	Vehículos				Caso 100% - 100%	99.35	8.28	95.70	8.58				
Cohesión	0	kN/m3				núm. de veh. en vano anterior	3											
Ángulo roz. interno	25	º				núm. de veh. en vano posterior	3											
Roz. hormigón/suelo	30	º				pasajeros/vehiculo	10											
qELS	850	kN/m2				Sup x vehículo	6	m2										
qELU	1400	kN/m2				Sup y vehículo	4.65	m2										
Pendiente del terreno	2.86	º																
Densidad materiales																		
Densidad hormigón	2500	kg/m3																
	24.5165	kN/m3																
Densidad acero	7850.0	kg/m3																
	76.98	kN/m3																
Hielo																		
Grosor hielo	0.01	m																
Densidad hielo	200	kg/m3																
	1.96132	kN/m3																

7.4.2 Acciones globales (kN y mKn)

ACCIONES GLOBALES									
	Nº	Acción	Tipo de acción	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
PESO PROPIO	1	Peso estructuras	G	0.00	0.00	238.98	0.00	250.49	0.00
	2	Peso estructuras hielo	Q	0.00	0.00	242.07	0.00	253.04	0.00
CABLE	3	Tensión nu-nu	G	4.78	0.00	29.86	-95.54	-105.15	15.29
	4	Tensión 0%-0%	G	16.09	0.00	104.98	-1.00	-346.99	-0.39
	5	Tensión 100%-0%	Q	18.12	0.00	121.26	-61.37	-386.04	7.40
	6	Tensión 0%-100%	Q	18.19	0.00	120.23	47.82	-389.80	-7.11
	7	Tensión 100%-100%	Q	20.42	0.00	137.81	-8.43	-433.18	0.04
	8	Tensión nu-nu con hielo	Q	0.00	0.00	0.00	-1.40	-43.96	0.00
	9	Tensión 0%-0% con hielo	Q	0.00	0.00	0.00	-85.92	-65.11	0.00
	10	Sobretensión 0%-0%	Q	22.52	0.00	146.97	-1.40	-485.78	-0.54
	11	Sobretensión 100%-0%	Q	25.37	0.00	169.77	-85.92	-540.45	10.36
	12	Sobretensión 0%-100%	Q	25.46	0.00	168.33	66.95	-545.72	-9.95
	13	Sobretensión 100%-100%	Q	28.59	0.00	192.93	-11.80	-606.45	0.06
VIENTO	14	Viento T FS estructuras	Q	0.00	44.06	0.00	882.44	0.00	0.00
	15	Viento T FS cable	Q	0.00	18.23	0.00	583.34	0.00	0.00
	16	Viento T FS 0%-0%	Q	0.00	20.17	0.00	645.58	0.00	0.00
	17	Viento L FS estructuras	Q	11.74	0.00	0.00	0.00	199.77	0.00
	18	Viento L FS cable	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	19	Viento L FS 0%-0%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	20	Viento T FS hielo/estructuras	Q	0.00	86.02	0.00	1711.11	0.00	0.00
	21	Viento T FS hielo/cable	Q	0.00	29.71	0.00	950.63	0.00	0.00
	22	Viento T FS hielo/0%-0%	Q	0.00	40.18	0.00	1285.63	0.00	0.00
	23	Viento L FS hielo/estructuras	Q	65.09	0.00	0.00	0.00	1181.94	0.00
	24	Viento L FS hielo/cable	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	25	Viento L FS hielo/0%-0%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	26	Viento T ES/estructuras	Q	0.00	17.92	0.00	356.48	0.00	0.00
	27	Viento T ES/cable	Q	0.00	6.19	0.00	198.05	0.00	0.00
	28	Viento T ES/0%-0%	Q	0.00	8.37	0.00	267.84	0.00	0.00
	29	Viento T ES/100%-0%	Q	0.00	8.37	0.00	267.84	0.00	0.00
	30	Viento T ES/0%-100%	Q	0.00	8.37	0.00	267.84	0.00	0.00
	31	Viento T ES/100%-100%	Q	0.00	8.37	0.00	267.84	0.00	0.00
	32	Viento L ES/estructuras	Q	14.47	0.00	0.00	0.00	246.24	0.00
	33	Viento L ES/cable	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	34	Viento L ES/0%-0%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	35	Viento L ES/100%-0%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	36	Viento L ES/0%-100%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	37	Viento L ES/100%-100%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ALUD	38	Reptación	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	39	Alud	A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SISMO	40	Sismo Sx	A	249.58	0.00	0.00	0.00	4664.77	0.00
	41	Sismo Sy	A	0.00	249.58	0.00	4664.77	0.00	0.00
	42	Sismo Sz	A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

7.4.3 Predimensionamiento fuste

Dimensionamiento fuste de pilonas				
h_pilona	Mf result max (kNm)	Mf_pilona	Dia. fuste	Peso (kN)
0.0	6020.22	12040.44	1910	
32.0	0.00	0.00		
32.0	0.00	0.00	762	
31.5	94.07	188.13	762	1.133
31.0	188.13	376.26	762	1.133
30.5	282.20	564.40	762	1.133
30.0	376.26	752.53	762	1.133
29.5	470.33	940.66	762	1.133
29.0	564.40	1128.79	762	1.133
28.5	658.46	1316.92	762	1.133
28.0	752.53	1505.06	762	1.133
27.5	846.59	1693.19	1016	1.517
27.0	940.66	1881.32	1016	1.517
26.5	1034.73	2069.45	1016	1.517
26.0	1128.79	2257.58	1016	1.517
25.5	1222.86	2445.72	1016	1.517
25.0	1316.92	2633.85	1016	1.517
24.5	1410.99	2821.98	1016	1.517
24.0	1505.06	3010.11	1016	1.517
23.5	1599.12	3198.24	1220	1.825
23.0	1693.19	3386.38	1220	1.825
22.5	1787.25	3574.51	1220	1.825
22.0	1881.32	3762.64	1220	1.825
21.5	1975.39	3950.77	1220	1.825
21.0	2069.45	4138.90	1220	1.825
20.5	2163.52	4327.03	1220	1.825
20.0	2257.58	4515.17	1422	2.131
19.5	2351.65	4703.30	1422	2.131
19.0	2445.72	4891.43	1422	2.131
18.5	2539.78	5079.56	1422	2.131
18.0	2633.85	5267.69	1422	2.131
17.5	2727.91	5455.83	1422	2.131
17.0	2821.98	5643.96	1422	2.131
16.5	2916.05	5832.09	1422	2.131
16.0	3010.11	6020.22	1910	3.437
15.5	3104.18	6208.35	1910	3.437
15.0	3198.24	6396.49	1910	3.437
14.5	3292.31	6584.62	1910	3.437
14.0	3386.38	6772.75	1910	3.437
13.5	3480.44	6960.88	1910	3.437
13.0	3574.51	7149.01	1910	3.437
12.5	3668.57	7337.15	1910	3.437
12.0	3762.64	7525.28	1910	3.437
11.5	3856.70	7713.41	1910	3.437
11.0	3950.77	7901.54	1910	3.437
10.5	4044.84	8089.67	1910	3.437
10.0	4138.90	8277.81	1910	3.437
9.5	4232.97	8465.94	1910	3.437
9.0	4327.03	8654.07	1910	3.437
8.5	4421.10	8842.20	1910	3.437
8.0	4515.17	9030.33	1910	3.437
7.5	4609.23	9218.47	1910	3.437
7.0	4703.30	9406.60	1910	3.437
6.5	4797.36	9594.73	1910	3.437
6.0	4891.43	9782.86	1910	3.437
5.5	4985.50	9970.99	1910	3.437
5.0	5079.56	10159.13	1910	3.437
4.5	5173.63	10347.26	1910	3.437
4.0	5267.69	10535.39	1910	3.437
3.5	5361.76	10723.52	1910	3.437
3.0	5455.83	10911.65	1910	3.437
2.5	5549.89	11099.78	1910	3.437
2.0	5643.96	11287.92	1910	3.437
1.5	5738.02	11476.05	1910	3.437
1.0	5832.09	11664.18	1910	3.437
0.5	5926.16	11852.31	1910	3.437
0.0	6020.22	12040.44	1910	3.437

7.5.1 Datos generales

23

7.5.2 Acciones globales (kN y mKn)

ACCIONES GLOBALES									
	Nº	Acción	Tipo de acción	F _x	F _y	F _z	M _x	M _y	M _z
PESO PROPIO	1	Peso estructuras	G	0.00	0.00	219.76	0.00	0.00	0.00
	2	Peso estructuras hielo	Q	0.00	0.00	222.23	0.00	0.00	0.00
CABLE	3	Tensión nu-nu	G	3.65	0.00	37.38	-119.62	-96.69	11.68
	4	Tensión 0%-0%	G	11.51	0.00	122.70	-1.56	-305.14	4.70
	5	Tensión 100%-0%	Q	13.81	0.00	139.88	-65.42	-366.05	12.78
	6	Tensión 0%-100%	Q	11.96	0.00	138.89	50.24	-316.94	3.27
	7	Tensión 100%-100%	Q	14.37	0.00	157.46	-9.18	-380.88	10.99
	8	Tensión nu-nu con hielo	Q	0.00	0.00	0.00	-2.18	-43.96	0.00
	9	Tensión 0%-0% con hielo	Q	0.00	0.00	0.00	-91.59	-65.11	0.00
	10	Sobretensión 0%-0%	Q	16.12	0.00	171.78	-2.18	-427.20	6.58
	11	Sobretensión 100%-0%	Q	19.34	0.00	195.83	-91.59	-512.47	17.90
	12	Sobretensión 0%-100%	Q	16.74	0.00	194.44	70.34	-443.72	4.58
	13	Sobretensión 100%-100%	Q	20.12	0.00	220.44	-12.85	-533.23	15.39
VIENTO	14	Viento T FS estructuras	Q	0.00	38.05	0.00	661.97	0.00	0.00
	15	Viento T FS cable	Q	0.00	18.93	0.00	501.61	0.00	0.00
	16	Viento T FS 0%-0%	Q	0.00	20.17	0.00	534.62	0.00	0.00
	17	Viento L FS estructuras	Q	9.46	0.00	0.00	0.00	135.22	0.00
	18	Viento L FS cable	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	19	Viento L FS 0%-0%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	20	Viento T FS hielo/estructuras	Q	0.00	73.90	0.00	1275.15	0.00	0.00
	21	Viento T FS hielo/cable	Q	0.00	30.85	0.00	817.44	0.00	0.00
	22	Viento T FS hielo/0%-0%	Q	0.00	40.18	0.00	1064.66	0.00	0.00
	23	Viento L FS hielo/estructuras	Q	51.55	0.00	0.00	0.00	799.47	0.00
	24	Viento L FS hielo/cable	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	25	Viento L FS hielo/0%-0%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	26	Viento T ES/estructuras	Q	0.00	15.39	0.00	265.66	0.00	0.00
	27	Viento T ES/cable	Q	0.00	6.43	0.00	170.30	0.00	0.00
	28	Viento T ES/0%-0%	Q	0.00	8.37	0.00	221.81	0.00	0.00
	29	Viento T ES/100%-0%	Q	0.00	8.37	0.00	221.81	0.00	0.00
	30	Viento T ES/0%-100%	Q	0.00	8.37	0.00	221.81	0.00	0.00
	31	Viento T ES/100%-100%	Q	0.00	8.37	0.00	221.81	0.00	0.00
	32	Viento L ES/estructuras	Q	11.66	0.00	0.00	0.00	166.56	0.00
	33	Viento L ES/cable	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	34	Viento L ES/0%-0%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	35	Viento L ES/100%-0%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	36	Viento L ES/0%-100%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	37	Viento L ES/100%-100%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ALUD	38	Reptación	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	39	Alud	A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SISMO	40	Sismo S _x	A	229.51	0.00	0.00	0.00	3897.69	0.00
	41	Sismo S _y	A	0.00	229.51	0.00	3897.69	0.00	0.00
	42	Sismo S _z	A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

7.5.3 Predimensionamiento fuste

Dimensionamiento fuste de pilonas				
h_pilona	Mf result max (kNm)	Mf_pilona	Dia. fuste	Peso (kN)
0.0	5169.53	10339.07	1910	
26.5	0.00	0.00		
26.5	0.00	0.00	762	
26.0	97.54	195.08	762	1.133
25.5	195.08	390.15	762	1.133
25.0	292.62	585.23	762	1.133
24.5	390.15	780.31	762	1.133
24.0	487.69	975.38	762	1.133
23.5	585.23	1170.46	762	1.133
23.0	682.77	1365.54	762	1.133
22.5	780.31	1560.61	762	1.133
22.0	877.85	1755.69	1016	1.517
21.5	975.38	1950.77	1016	1.517
21.0	1072.92	2145.84	1016	1.517
20.5	1170.46	2340.92	1016	1.517
20.0	1268.00	2536.00	1016	1.517
19.5	1365.54	2731.07	1016	1.517
19.0	1463.08	2926.15	1016	1.517
18.5	1560.61	3121.23	1220	1.825
18.0	1658.15	3316.30	1220	1.825
17.5	1755.69	3511.38	1220	1.825
17.0	1853.23	3706.46	1220	1.825
16.5	1950.77	3901.53	1220	1.825
16.0	2048.31	4096.61	1220	1.825
15.5	2145.84	4291.69	1220	1.825
15.0	2243.38	4486.76	1422	2.131
14.5	2340.92	4681.84	1422	2.131
14.0	2438.46	4876.92	1422	2.131
13.5	2536.00	5071.99	1422	2.131
13.0	2633.54	5267.07	1422	2.131
12.5	2731.07	5462.15	1422	2.131
12.0	2828.61	5657.22	1422	2.131
11.5	2926.15	5852.30	1422	2.131
11.0	3023.69	6047.38	1910	3.437
10.5	3121.23	6242.45	1910	3.437
10.0	3218.77	6437.53	1910	3.437
9.5	3316.30	6632.61	1910	3.437
9.0	3413.84	6827.69	1910	3.437
8.5	3511.38	7022.76	1910	3.437
8.0	3608.92	7217.84	1910	3.437
7.5	3706.46	7412.92	1910	3.437
7.0	3804.00	7607.99	1910	3.437
6.5	3901.53	7803.07	1910	3.437
6.0	3999.07	7998.15	1910	3.437
5.5	4096.61	8193.22	1910	3.437
5.0	4194.15	8388.30	1910	3.437
4.5	4291.69	8583.38	1910	3.437
4.0	4389.23	8778.45	1910	3.437
3.5	4486.76	8973.53	1910	3.437
3.0	4584.30	9168.61	1910	3.437
2.5	4681.84	9363.68	1910	3.437
2.0	4779.38	9558.76	1910	3.437
1.5	4876.92	9753.84	1910	3.437
1.0	4974.46	9948.91	1910	3.437
0.5	5071.99	10143.99	1910	3.437
0.0	5169.53	10339.07	1910	3.437

7.6 TORRE 5

7.6.1 Datos generales

T5																				
DATOS GENERALES			PESO PROPIO			VIENTO			CABLE											
Altura torre	24.5	m	Torre			Estructura			Reacción del cable sobre balancines											
Incl. torre	0.00	°	Masa torre (fuste)	11143	kg	SUBIDA				Reacción	Ángulo de	Reacción	Ángulo de							
	0	%	Estructura superior de la torre (balancines y pasarelas)			Diámetro poleas balancín	0.5	m		lado subida	la reacción	lado bajada	la reacción							
Ancho de vía	6.4	m	SUBIDA			Número de poleas del balancín	10	-		(kN)	subida (°)	(kN)	bajada (°)							
L vano anterior	138.3	m	10S			Grosor poleas	0.2	m		Caso cable solo - cable solo	14.69	3.59	0.00	3.58						
L vano posterior	199.2	m	Masa balancín	2000.0	kg	Sup x passarela	0.1	m2		Caso 0% - 0%	45.07	2.92	45.27	3.04						
Dist. entre vehículos	54	m	Masa passarela	700.0	kg	Sup y passarela	0.84	m2		Caso 100% - 0%	68.44	2.44	44.05	3.04						
Pers. por vehículo	10	pers/v	BAJADA			BAJADA				Caso 0% - 100%	45.07	2.92	66.60	2.64						
Diámetro medio torre	1.35	m	Sup Z estr.	1.5	m2	Diámetro poleas balancín	0.5	m		Caso 100% - 100%	68.44	2.44	66.60	2.64						
Cable			10S			Número de poleas del balancín	10	-		Sobretensión del cable (+40%)										
Diámetro cable	0.052	m	Masa balancín	2000.0	kg	Grosor poleas	0.2	m			Reacción	Ángulo de	Reacción	Ángulo de						
Peso Propio cable	10.05	kg/m	Masa passarela	700.0	kg	Sup x passarela	0.1	m2			lado subida	la reacción	lado bajada	la reacción						
Multiconductor			Sup Z estr.	1.5	m2	Sup y passarela	0.84	m2			(kN)	subida (°)	(kN)	bajada (°)						
Diámetro multi	0.072	m	Potencia			Potencia				Caso 0% - 0%	63.09	2.92	63.38	3.04						
Peso Propio multi	1.52	daN/m	Masa potencia	1375.0	kg	Sup x potencia	2.14	m2		Caso 100% - 0%	95.81	2.44	61.67	3.04						
Suelo			Masa sobrepotencia	825	kg	Sup y potencia	6.86	m2		Caso 0% - 100%	63.09	2.92	93.24	2.64						
Densidad relleno	17	kN/m3	Sup. Z pot + sobrepot	2.14	m2	Vehículos				Caso 100% - 100%	95.81	2.44	93.24	2.64						
Cohesión	0	kN/m3				núm. de veh. en vano anterior	3													
Ángulo roz. interno	25	°				núm. de veh. en vano posterior	4													
Roz. hormigón/suelo	30	°				pasajeros/vehículo	10													
qELS	850	kN/m2				Sup x vehículo	6	m2												
qELU	1400	kN/m2				Sup y vehículo	4.65	m2												
Pendiente del terreno	0.00	°																		
Densidad materiales																				
Densidad hormigón	2500	kg/m3																		
	24.5165	kN/m3																		
Densidad acero	7850.0	kg/m3																		
	76.98	kN/m3																		
Hielo																				
Grosor hielo	0.01	m																		
Densidad hielo	200	kg/m3																		
	1.96132	kN/m3																		

7.6.2 Acciones globales (kN y mKN)

ACCIONES GLOBALES									
	Nº	Acción	Tipo de acción	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
PESO PROPIO	1	Peso estructuras	G	0.00	0.00	183.81	0.00	0.00	0.00
	2	Peso estructuras hielo	Q	0.00	0.00	185.97	0.00	0.00	0.00
CABLE	3	Tensión nu-nu	G	0.92	0.00	14.66	-46.92	-22.52	2.94
	4	Tensión 0%-0%	G	4.70	0.00	90.22	0.65	-115.15	-0.34
	5	Tensión 100%-0%	Q	5.25	0.00	112.36	-78.04	-128.67	1.84
	6	Tensión 0%-100%	Q	5.37	0.00	111.54	68.86	-131.47	-2.47
	7	Tensión 100%-100%	Q	5.98	0.00	134.90	-5.91	-146.58	-0.50
	8	Tensión nu-nu con hielo	Q	0.00	0.00	0.00	0.90	-43.96	0.00
	9	Tensión 0%-0% con hielo	Q	0.00	0.00	0.00	-109.25	-65.11	0.00
	10	Sobretensión 0%-0%	Q	6.58	0.00	126.31	0.90	-161.21	-0.47
	11	Sobretensión 100%-0%	Q	7.35	0.00	157.31	-109.25	-180.13	2.58
	12	Sobretensión 0%-100%	Q	7.51	0.00	156.15	96.40	-184.06	-3.46
	13	Sobretensión 100%-100%	Q	8.38	0.00	188.86	-8.28	-205.21	-0.69
VIENTO	14	Viento T FS estructuras	Q	0.00	33.79	0.00	549.80	0.00	0.00
	15	Viento T FS cable	Q	0.00	24.60	0.00	602.76	0.00	0.00
	16	Viento T FS 0%-0%	Q	0.00	23.54	0.00	576.65	0.00	0.00
	17	Viento L FS estructuras	Q	8.32	0.00	0.00	0.00	111.01	0.00
	18	Viento L FS cable	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	19	Viento L FS 0%-0%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	20	Viento T FS hielo/estructuras	Q	0.00	65.68	0.00	1060.91	0.00	0.00
	21	Viento T FS hielo/cable	Q	0.00	40.09	0.00	982.28	0.00	0.00
	22	Viento T FS hielo/0%-0%	Q	0.00	46.87	0.00	1148.36	0.00	0.00
	23	Viento L FS hielo/estructuras	Q	44.75	0.00	0.00	0.00	655.76	0.00
	24	Viento L FS hielo/cable	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	25	Viento L FS hielo/0%-0%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	26	Viento T ES/estructuras	Q	0.00	13.68	0.00	221.02	0.00	0.00
	27	Viento T ES/cable	Q	0.00	8.35	0.00	204.64	0.00	0.00
	28	Viento T ES/0%-0%	Q	0.00	9.77	0.00	239.24	0.00	0.00
	29	Viento T ES/100%-0%	Q	0.00	9.77	0.00	239.24	0.00	0.00
	30	Viento T ES/0%-100%	Q	0.00	9.77	0.00	239.24	0.00	0.00
	31	Viento T ES/100%-100%	Q	0.00	9.77	0.00	239.24	0.00	0.00
	32	Viento L ES/estructuras	Q	10.24	0.00	0.00	0.00	136.62	0.00
	33	Viento L ES/cable	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	34	Viento L ES/0%-0%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	35	Viento L ES/100%-0%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	36	Viento L ES/0%-100%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	37	Viento L ES/100%-100%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ALUD	38	Reptación	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	39	Alud	A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SISMO	40	Sismo Sx	A	191.96	0.00	0.00	0.00	2968.64	0.00
	41	Sismo Sy	A	0.00	191.96	0.00	2968.64	0.00	0.00
	42	Sismo Sz	A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

7.6.3 Predimensionamiento fuste

Dimensionamiento fuste de pilonas				
h_pilona	Mf result max (kNm)	Mf_pilona	Dia. fuste	Peso (kN)
0.0	4314.64	8629.29	1910	
24.5	0.00	0.00		
24.5	0.00	0.00	762	
24.0	88.05	176.11	762	1.133
23.5	176.11	352.22	762	1.133
23.0	264.16	528.32	762	1.133
22.5	352.22	704.43	762	1.133
22.0	440.27	880.54	762	1.133
21.5	528.32	1056.65	762	1.133
21.0	616.38	1232.76	762	1.133
20.5	704.43	1408.86	762	1.133
20.0	792.49	1584.97	762	1.133
19.5	880.54	1761.08	1016	1.517
19.0	968.59	1937.19	1016	1.517
18.5	1056.65	2113.29	1016	1.517
18.0	1144.70	2289.40	1016	1.517
17.5	1232.76	2465.51	1016	1.517
17.0	1320.81	2641.62	1016	1.517
16.5	1408.86	2817.73	1016	1.517
16.0	1496.92	2993.83	1016	1.517
15.5	1584.97	3169.94	1220	1.825
15.0	1673.02	3346.05	1220	1.825
14.5	1761.08	3522.16	1220	1.825
14.0	1849.13	3698.27	1220	1.825
13.5	1937.19	3874.37	1220	1.825
13.0	2025.24	4050.48	1220	1.825
12.5	2113.29	4226.59	1220	1.825
12.0	2201.35	4402.70	1422	2.131
11.5	2289.40	4578.80	1422	2.131
11.0	2377.46	4754.91	1422	2.131
10.5	2465.51	4931.02	1422	2.131
10.0	2553.56	5107.13	1422	2.131
9.5	2641.62	5283.24	1422	2.131
9.0	2729.67	5459.34	1422	2.131
8.5	2817.73	5635.45	1422	2.131
8.0	2905.78	5811.56	1422	2.131
7.5	2993.83	5987.67	1910	3.437
7.0	3081.89	6163.78	1910	3.437
6.5	3169.94	6339.88	1910	3.437
6.0	3258.00	6515.99	1910	3.437
5.5	3346.05	6692.10	1910	3.437
5.0	3434.10	6868.21	1910	3.437
4.5	3522.16	7044.31	1910	3.437
4.0	3610.21	7220.42	1910	3.437
3.5	3698.27	7396.53	1910	3.437
3.0	3786.32	7572.64	1910	3.437
2.5	3874.37	7748.75	1910	3.437
2.0	3962.43	7924.85	1910	3.437
1.5	4050.48	8100.96	1910	3.437
1.0	4138.53	8277.07	1910	3.437
0.5	4226.59	8453.18	1910	3.437
0.0	4314.64	8629.29	1910	3.437

7.7.1 Datos generales

Proyecto: Estudios y diseños del Cable Aéreo en San Cristóbal, en Bogotá D.C.

7.7.2 Acciones globales (kN y mKn)

ACCIONES GLOBALES									
	Nº	Acción	Tipo de acción	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
PESO PROPIO	1	Peso estructuras	G	0.00	0.00	334.58	0.00	0.00	0.00
	2	Peso estructuras hielo	Q	0.00	0.00	338.98	0.00	0.00	0.00
CABLE	3	Tensión nu-nu	G	0.68	0.00	7.94	-25.40	-25.96	2.17
	4	Tensión 0%-0%	G	8.17	0.00	100.84	2.29	-312.04	-0.57
	5	Tensión 100%-0%	Q	10.35	0.00	132.49	-104.01	-395.30	6.82
	6	Tensión 0%-100%	Q	10.54	0.00	132.09	102.29	-402.46	-8.14
	7	Tensión 100%-100%	Q	12.78	0.00	164.53	-1.49	-488.19	-0.96
	8	Tensión nu-nu con hielo	Q	0.00	0.00	0.00	3.21	-43.96	0.00
	9	Tensión 0%-0% con hielo	Q	0.00	0.00	0.00	-145.61	-65.11	0.00
	10	Sobretensión 0%-0%	Q	11.44	0.00	141.18	3.21	-436.85	-0.79
	11	Sobretensión 100%-0%	Q	14.49	0.00	185.49	-145.61	-553.43	9.55
	12	Sobretensión 0%-100%	Q	14.75	0.00	184.93	143.21	-563.45	-11.40
	13	Sobretensión 100%-100%	Q	17.89	0.00	230.34	-2.09	-683.47	-1.34
VIENTO	14	Viento T FS estructuras	Q	0.00	59.32	0.00	1360.53	0.00	0.00
	15	Viento T FS cable	Q	0.00	35.17	0.00	1343.33	0.00	0.00
	16	Viento T FS 0%-0%	Q	0.00	33.62	0.00	1284.44	0.00	0.00
	17	Viento L FS estructuras	Q	16.55	0.00	0.00	0.00	330.36	0.00
	18	Viento L FS cable	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	19	Viento L FS 0%-0%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	20	Viento T FS hielo/estructuras	Q	0.00	116.12	0.00	2644.69	0.00	0.00
	21	Viento T FS hielo/cable	Q	0.00	57.31	0.00	2189.14	0.00	0.00
	22	Viento T FS hielo/0%-0%	Q	0.00	66.96	0.00	2557.87	0.00	0.00
	23	Viento L FS hielo/estructuras	Q	93.78	0.00	0.00	0.00	1958.99	0.00
	24	Viento L FS hielo/cable	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	25	Viento L FS hielo/0%-0%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	26	Viento T ES/estructuras	Q	0.00	24.19	0.00	550.98	0.00	0.00
	27	Viento T ES/cable	Q	0.00	11.94	0.00	456.07	0.00	0.00
	28	Viento T ES/0%-0%	Q	0.00	13.95	0.00	532.89	0.00	0.00
	29	Viento T ES/100%-0%	Q	0.00	13.95	0.00	532.89	0.00	0.00
	30	Viento T ES/0%-100%	Q	0.00	13.95	0.00	532.89	0.00	0.00
	31	Viento T ES/100%-100%	Q	0.00	13.95	0.00	532.89	0.00	0.00
	32	Viento L ES/estructuras	Q	20.45	0.00	0.00	0.00	408.12	0.00
	33	Viento L ES/cable	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	34	Viento L ES/0%-0%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	35	Viento L ES/100%-0%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	36	Viento L ES/0%-100%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	37	Viento L ES/100%-100%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ALUD	38	Reptación	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	39	Alud	A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SISMO	40	Sismo Sx	A	349.42	0.00	0.00	0.00	7571.13	0.00
	41	Sismo Sy	A	0.00	349.42	0.00	7571.13	0.00	0.00
	42	Sismo Sz	A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

7.7.3 Predimensionamiento fuste

Dimensionamiento fuste de pilonas				
h_pilona	Mf result max (kNm)	Mf_pilona	Dia. fuste	Peso (kN)
0.0	10136.62	20273.23	2500	
38.2	0.00	0.00		
38.2	0.00	0.00	762	
37.7	132.68	265.36	762	1.133
37.2	265.36	530.71	762	1.133
36.7	398.03	796.07	762	1.133
36.2	530.71	1061.43	762	1.133
35.7	663.39	1326.78	762	1.133
35.2	796.07	1592.14	762	1.133
34.7	928.75	1857.49	1016	1.517
34.2	1061.43	2122.85	1016	1.517
33.7	1194.10	2388.21	1016	1.517
33.2	1326.78	2653.56	1016	1.517
32.7	1459.46	2918.92	1016	1.517
32.2	1592.14	3184.28	1220	1.825
31.7	1724.82	3449.63	1220	1.825
31.2	1857.49	3714.99	1220	1.825
30.7	1990.17	3980.35	1220	1.825
30.2	2122.85	4245.70	1220	1.825
29.7	2255.53	4511.06	1422	2.131
29.2	2388.21	4776.42	1422	2.131
28.7	2520.89	5041.77	1422	2.131
28.2	2653.56	5307.13	1422	2.131
27.7	2786.24	5572.48	1422	2.131
27.2	2918.92	5837.84	1422	2.131
26.7	3051.60	6103.20	1910	3.437
26.2	3184.28	6368.55	1910	3.437
25.7	3316.96	6633.91	1910	3.437
25.2	3449.63	6899.27	1910	3.437
24.7	3582.31	7164.62	1910	3.437
24.2	3714.99	7429.98	1910	3.437
23.7	3847.67	7695.34	1910	3.437
23.2	3980.35	7960.69	1910	3.437
22.7	4113.02	8226.05	1910	3.437
22.2	4245.70	8491.41	1910	3.437
21.7	4378.38	8756.76	1910	3.437
21.2	4511.06	9022.12	1910	3.437
20.7	4643.74	9287.47	1910	3.437
20.2	4776.42	9552.83	1910	3.437
19.7	4909.09	9818.19	1910	3.437
19.2	5041.77	10083.54	1910	3.437
18.7	5174.45	10348.90	1910	3.437
18.2	5307.13	10614.26	1910	3.437
17.7	5439.81	10879.61	1910	3.437
17.2	5572.48	11144.97	1910	3.437
16.7	5705.16	11410.33	1910	3.437
16.2	5837.84	11675.68	1910	3.437
15.7	5970.52	11941.04	1910	3.437
15.2	6103.20	12206.40	1910	3.437
14.7	6235.88	12471.75	1910	3.437
14.2	6368.55	12737.11	1910	3.437
13.7	6501.23	13002.46	2140	3.854
13.2	6633.91	13267.82	2140	3.854
12.7	6766.59	13533.18	2140	3.854
12.2	6899.27	13798.53	2140	3.854
11.7	7031.95	14063.89	2140	3.854
11.2	7164.62	14329.25	2140	3.854
10.7	7297.30	14594.60	2140	3.854
10.2	7429.98	14859.96	2140	3.854
9.7	7562.66	15125.32	2140	3.854
9.2	7695.34	15390.67	2140	3.854
8.7	7828.01	15656.03	2140	3.854
8.2	7960.69	15921.39	2140	3.854
7.7	8093.37	16186.74	2140	3.854
7.2	8226.05	16452.10	2500	4.507
6.7	8358.73	16717.45	2500	4.507
6.2	8491.41	16982.81	2500	4.507
5.7	8624.08	17248.17	2500	4.507
5.2	8756.76	17513.52	2500	4.507
4.7	8889.44	17778.88	2500	4.507
4.2	9022.12	18044.24	2500	4.507
3.7	9154.80	18309.59	2500	4.507
3.2	9287.47	18574.95	2500	4.507
2.7	9420.15	18840.31	2500	4.507
2.2	9552.83	19105.66	2500	4.507
1.7	9685.51	19371.02	2500	4.507
1.2	9818.19	19636.38	2500	4.507
0.7	9950.87	19901.73	2500	4.507
0.2	10083.54	20167.09	2500	4.507

7.8 TORRE 7

7.8.1 Datos generales

T7																			
DATOS GENERALES			PESO PROPIO			VIENTO			CABLE										
Altura torre	36.8	m	Torre			Estructura			Reacción del cable sobre balancines										
Incl. torre	2.86	º	Masa torre (fuste)	22673	kg	SUBIDA				Reacción	Ángulo de	Reacción	Ángulo de						
	5	%	Estructura superior de la torre (balancines y pasarelas)			Diámetro poleas balancín	0.5	m		lado subida	la reacción	lado bajada	la reacción						
Ancho de vía	6.4	m	SUBIDA			Número de poleas del balancín	12	-		(kN)	subida (º)	(kN)	bajada (º)						
L vano anterior	283.2	m	12S			Grosor poleas	0.2	m		Caso cable solo - cable solo	9.36	7.89	0.00	7.90					
L vano posterior	164.6	m	Masa balancín	2700.0	kg	Sup x passarela	0.1	m2		Caso 0% - 0%	48.19	8.50	48.84	8.71					
Dist. entre vehículos	54	m	Masa passarela	850.0	kg	Sup y passarela	0.84	m2		Caso 100% - 0%	78.14	8.92	48.48	8.71					
Pers. por vehículo	10	pers/v	Sup Z estr.	1.5	m2	BAJADA				Caso 0% - 100%	48.19	8.50	78.30	9.30					
Diámetro medio torre	1.74	m	BAJADA			Diámetro poleas balancín	0.5	m		Caso 100% - 100%	78.14	8.92	78.30	9.30					
Cable			12S			Número de poleas del balancín	12	-		Sobretensión del cable (+40%)									
Diámetro cable	0.052	m	Masa balancín	2700.0	kg	Grosor poleas	0.2	m			Reacción	Ángulo de	Reacción	Ángulo de					
Peso Propio cable	10.05	kg/m	Masa passarela	850.0	kg	Sup x passarela	0.1	m2			lado subida	la reacción	lado bajada	la reacción					
Multiconductor			Sup Z estr.	1.5	m2	Sup y passarela	0.84	m2			(kN)	subida (º)	(kN)	bajada (º)					
Diámetro multi	0.072	m	Potencia			Potència				Caso 0% - 0%	67.47	8.50	68.37	8.71					
Peso Propio multi	1.52	daN/m	Masa potencia	1375.0	kg	Sup x potencia	2.14	m2		Caso 100% - 0%	109.40	8.92	67.87	8.71					
Suelo			Masa sobrepotencia	825	kg	Sup y potencia	6.86	m2		Caso 0% - 100%	67.47	8.50	109.61	9.30					
Densidad relleno	17	kN/m3	Sup. Z pot + sobrepot	2.14	m2	Vehículos				Caso 100% - 100%	109.40	8.92	109.61	9.30					
Cohesión	0	kN/m3				núm. de veh. en vano anterior	6												
Ángulo roz. interno	25	º				núm. de veh. en vano posterior	4												
Roz. hormigón/suelo	30	º				pasajeros/vehículo	10												
qELS	850	kN/m2				Sup x vehículo	6	m2											
qELU	1400	kN/m2				Sup y vehículo	4.65	m2											
Pendiente del terreno	2.86	º																	
Densidad materiales																			
Densidad hormigón	2500	kg/m3																	
	24.5165	kN/m3																	
Densidad acero	7850.0	kg/m3																	
	76.98	kN/m3																	
Hielo																			
Grosor hielo	0.01	m																	
Densidad hielo	200	kg/m3																	
	1.96132	kN/m3																	

7.8.2 Acciones globales (kN y mKN)

ACCIONES GLOBALES									
	Nº	Acción	Tipo de acción	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
PESO PROPIO	1	Peso estructuras	G	0.00	0.00	313.55	0.00	371.90	0.00
	2	Peso estructuras hielo	Q	0.00	0.00	317.62	0.00	375.74	0.00
CABLE	3	Tensión nu-nu	G	1.28	0.00	9.27	-29.67	-30.25	4.11
	4	Tensión 0%-0%	G	14.52	0.00	95.94	1.96	-358.13	-0.88
	5	Tensión 100%-0%	Q	19.47	0.00	125.12	-93.69	-486.46	15.29
	6	Tensión 0%-100%	Q	19.78	0.00	124.93	94.73	-498.27	-17.70
	7	Tensión 100%-100%	Q	24.78	0.00	154.46	0.22	-627.95	-1.71
	8	Tensión nu-nu con hielo	Q	0.00	0.00	0.00	2.74	-43.96	0.00
	9	Tensión 0%-0% con hielo	Q	0.00	0.00	0.00	-131.17	-65.11	0.00
	10	Sobretensión 0%-0%	Q	20.33	0.00	134.31	2.74	-501.39	-1.24
	11	Sobretensión 100%-0%	Q	27.25	0.00	175.16	-131.17	-681.05	21.40
	12	Sobretensión 0%-100%	Q	27.69	0.00	174.90	132.63	-697.58	-24.79
	13	Sobretensión 100%-100%	Q	34.69	0.00	216.25	0.31	-879.14	-2.39
VIENTO	14	Viento T FS estructuras	Q	0.00	55.64	0.00	1242.96	0.00	0.00
	15	Viento T FS cable	Q	0.00	32.65	0.00	1201.38	0.00	0.00
	16	Viento T FS 0%-0%	Q	0.00	33.62	0.00	1237.36	0.00	0.00
	17	Viento L FS estructuras	Q	15.32	0.00	0.00	0.00	295.68	0.00
	18	Viento L FS cable	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	19	Viento L FS 0%-0%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	20	Viento T FS hielo/estructuras	Q	0.00	108.80	0.00	2413.05	0.00	0.00
	21	Viento T FS hielo/cable	Q	0.00	53.20	0.00	1957.80	0.00	0.00
	22	Viento T FS hielo/0%-0%	Q	0.00	66.96	0.00	2464.13	0.00	0.00
	23	Viento L FS hielo/estructuras	Q	86.46	0.00	0.00	0.00	1752.48	0.00
	24	Viento L FS hielo/cable	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	25	Viento L FS hielo/0%-0%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	26	Viento T ES/estructuras	Q	0.00	22.67	0.00	502.72	0.00	0.00
	27	Viento T ES/cable	Q	0.00	11.08	0.00	407.87	0.00	0.00
	28	Viento T ES/0%-0%	Q	0.00	13.95	0.00	513.36	0.00	0.00
	29	Viento T ES/100%-0%	Q	0.00	13.95	0.00	513.36	0.00	0.00
	30	Viento T ES/0%-100%	Q	0.00	13.95	0.00	513.36	0.00	0.00
	31	Viento T ES/100%-100%	Q	0.00	13.95	0.00	513.36	0.00	0.00
	32	Viento L ES/estructuras	Q	18.93	0.00	0.00	0.00	365.10	0.00
	33	Viento L ES/cable	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	34	Viento L ES/0%-0%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	35	Viento L ES/100%-0%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	36	Viento L ES/0%-100%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	37	Viento L ES/100%-100%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ALUD	38	Reptación	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	39	Alud	A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SISMO	40	Sismo Sx	A	327.46	0.00	0.00	0.00	6970.61	0.00
	41	Sismo Sy	A	0.00	327.46	0.00	6970.61	0.00	0.00
	42	Sismo Sz	A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

7.8.3 Predimensionamiento fuste

Dimensionamiento fuste de pilonas				
h_pilona	Mf result max (kNm)	Mf_pilona	Dia. fuste	Peso (kN)
0.0	9122.81	18245.62	2500	
36.8	0.00	0.00		
36.3	0.00	0.00	762	
36.3	123.95	247.90	762	1.133
35.8	247.90	495.80	762	1.133
35.3	371.85	743.71	762	1.133
34.8	495.80	991.61	762	1.133
34.3	619.76	1239.51	762	1.133
33.8	743.71	1487.41	762	1.133
33.3	867.66	1735.32	1016	1.517
32.8	991.61	1983.22	1016	1.517
32.3	1115.56	2231.12	1016	1.517
31.8	1239.51	2479.02	1016	1.517
31.3	1363.46	2726.93	1016	1.517
30.8	1487.41	2974.83	1016	1.517
30.3	1611.37	3222.73	1220	1.825
29.8	1735.32	3470.63	1220	1.825
29.3	1859.27	3718.54	1220	1.825
28.8	1983.22	3966.44	1220	1.825
28.3	2107.17	4214.34	1220	1.825
27.8	2231.12	4462.24	1422	2.131
27.3	2355.07	4710.15	1422	2.131
26.8	2479.02	4958.05	1422	2.131
26.3	2602.98	5205.95	1422	2.131
25.8	2726.93	5453.85	1422	2.131
25.3	2850.88	5701.76	1422	2.131
24.8	2974.83	5949.66	1422	2.131
24.3	3098.78	6197.56	1910	3.437
23.8	3222.73	6445.46	1910	3.437
23.3	3346.68	6693.37	1910	3.437
22.8	3470.63	6941.27	1910	3.437
22.3	3594.59	7189.17	1910	3.437
21.8	3718.54	7437.07	1910	3.437
21.3	3842.49	7684.98	1910	3.437
20.8	3966.44	7932.88	1910	3.437
20.3	4090.39	8180.78	1910	3.437
19.8	4214.34	8428.68	1910	3.437
19.3	4338.29	8676.59	1910	3.437
18.8	4462.24	8924.49	1910	3.437
18.3	4586.19	9172.39	1910	3.437
17.8	4710.15	9420.29	1910	3.437
17.3	4834.10	9668.19	1910	3.437
16.8	4958.05	9916.10	1910	3.437
16.3	5082.00	10164.00	1910	3.437
15.8	5205.95	10411.90	1910	3.437
15.3	5329.90	10659.80	1910	3.437
14.8	5453.85	10907.71	1910	3.437
14.3	5577.80	11155.61	1910	3.437
13.8	5701.76	11403.51	1910	3.437
13.3	5825.71	11651.41	1910	3.437
12.8	5949.66	11899.32	1910	3.437
12.3	6073.61	12147.22	1910	3.437
11.8	6197.56	12395.12	1910	3.437
11.3	6321.51	12643.02	1910	3.437
10.8	6445.46	12890.93	1910	3.437
10.3	6569.41	13138.83	2140	3.854
9.8	6693.37	13386.73	2140	3.854
9.3	6817.32	13634.63	2140	3.854
8.8	6941.27	13882.54	2140	3.854
8.3	7065.22	14130.44	2140	3.854
7.8	7189.17	14378.34	2140	3.854
7.3	7313.12	14626.24	2140	3.854
6.8	7437.07	14874.15	2140	3.854
6.3	7561.02	15122.05	2140	3.854
5.8	7684.98	15369.95	2140	3.854
5.3	7808.93	15617.85	2140	3.854
4.8	7932.88	15865.76	2140	3.854
4.3	8056.83	16113.66	2140	3.854
3.8	8180.78	16361.56	2500	4.507
3.3	8304.73	16609.46	2500	4.507
2.8	8428.68	16857.37	2500	4.507
2.3	8552.63	17105.27	2500	4.507
1.8	8676.59	17353.17	2500	4.507
1.3	8800.54	17601.07	2500	4.507
0.8	8924.49	17848.97	2500	4.507
0.3	9048.44	18096.88	2500	4.507

7.9.1 Datos generales

Proyecto: Estudios y diseños del Cable Aéreo en San Cristóbal, en Bogotá D.C.

7.9.2 Acciones globales (kN y mKN)

ACCIONES GLOBALES									
	Nº	Acción	Tipo de acción	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
PESO PROPIO	1	Peso estructuras	G	0.00	0.00	185.12	0.00	155.24	0.00
	2	Peso estructuras hielo	Q	0.00	0.00	187.02	0.00	156.36	0.00
CABLE	3	Tensión nu-nu	G	4.81	0.00	44.23	-141.55	-58.55	15.40
	4	Tensión 0%-0%	G	15.75	0.00	140.08	-6.49	-196.98	-0.02
	5	Tensión 100%-0%	Q	18.13	0.00	160.46	-73.28	-227.64	7.78
	6	Tensión 0%-100%	Q	18.27	0.00	159.40	55.33	-232.03	-8.09
	7	Tensión 100%-100%	Q	20.68	0.00	180.02	-10.66	-263.06	-0.38
	8	Tensión nu-nu con hielo	Q	0.00	0.00	0.00	-9.08	-43.96	0.00
	9	Tensión 0%-0% con hielo	Q	0.00	0.00	0.00	-102.59	-65.11	0.00
	10	Sobretensión 0%-0%	Q	22.05	0.00	196.11	-9.08	-275.77	-0.03
	11	Sobretensión 100%-0%	Q	25.38	0.00	224.64	-102.59	-318.70	10.89
	12	Sobretensión 0%-100%	Q	25.58	0.00	223.16	77.46	-324.85	-11.33
	13	Sobretensión 100%-100%	Q	28.95	0.00	252.03	-14.93	-368.28	-0.54
VIENTO	14	Viento T FS estructuras	Q	0.00	31.80	0.00	491.78	0.00	0.00
	15	Viento T FS cable	Q	0.00	20.14	0.00	453.12	0.00	0.00
	16	Viento T FS 0%-0%	Q	0.00	23.54	0.00	529.58	0.00	0.00
	17	Viento L FS estructuras	Q	7.38	0.00	0.00	0.00	91.39	0.00
	18	Viento L FS cable	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	19	Viento L FS 0%-0%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	20	Viento T FS hielo/estructuras	Q	0.00	61.51	0.00	943.34	0.00	0.00
	21	Viento T FS hielo/cable	Q	0.00	32.82	0.00	738.41	0.00	0.00
	22	Viento T FS hielo/0%-0%	Q	0.00	46.87	0.00	1054.62	0.00	0.00
	23	Viento L FS hielo/estructuras	Q	39.17	0.00	0.00	0.00	539.46	0.00
	24	Viento L FS hielo/cable	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	25	Viento L FS hielo/0%-0%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	26	Viento T ES/estructuras	Q	0.00	12.81	0.00	196.53	0.00	0.00
	27	Viento T ES/cable	Q	0.00	6.84	0.00	153.84	0.00	0.00
	28	Viento T ES/0%-0%	Q	0.00	9.77	0.00	219.71	0.00	0.00
	29	Viento T ES/100%-0%	Q	0.00	9.77	0.00	219.71	0.00	0.00
	30	Viento T ES/0%-100%	Q	0.00	9.77	0.00	219.71	0.00	0.00
	31	Viento T ES/100%-100%	Q	0.00	9.77	0.00	219.71	0.00	0.00
	32	Viento L ES/estructuras	Q	9.07	0.00	0.00	0.00	112.39	0.00
	33	Viento L ES/cable	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	34	Viento L ES/0%-0%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	35	Viento L ES/100%-0%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	36	Viento L ES/0%-100%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	37	Viento L ES/100%-100%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ALUD	38	Reptación	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	39	Alud	A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SISMO	40	Sismo Sx	A	193.33	0.00	0.00	0.00	2983.71	0.00
	41	Sismo Sy	A	0.00	193.33	0.00	2983.71	0.00	0.00
	42	Sismo Sz	A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

7.9.3 Predimensionamiento fuste

Dimensionamiento fuste de pilonas				
h_pilona	Mf result max (kNm)	Mf_pilona	Dia. fuste	Peso (kN)
0.0	3839.84	7679.68	1910	
22.5	0.00	0.00		
22.5	0.00	0.00	762	
22.0	85.33	170.66	762	1.133
21.5	170.66	341.32	762	1.133
21.0	255.99	511.98	762	1.133
20.5	341.32	682.64	762	1.133
20.0	426.65	853.30	762	1.133
19.5	511.98	1023.96	762	1.133
19.0	597.31	1194.62	762	1.133
18.5	682.64	1365.28	762	1.133
18.0	767.97	1535.94	762	1.133
17.5	853.30	1706.60	1016	1.517
17.0	938.63	1877.26	1016	1.517
16.5	1023.96	2047.91	1016	1.517
16.0	1109.29	2218.57	1016	1.517
15.5	1194.62	2389.23	1016	1.517
15.0	1279.95	2559.89	1016	1.517
14.5	1365.28	2730.55	1016	1.517
14.0	1450.61	2901.21	1016	1.517
13.5	1535.94	3071.87	1220	1.825
13.0	1621.27	3242.53	1220	1.825
12.5	1706.60	3413.19	1220	1.825
12.0	1791.93	3583.85	1220	1.825
11.5	1877.26	3754.51	1220	1.825
11.0	1962.59	3925.17	1220	1.825
10.5	2047.91	4095.83	1220	1.825
10.0	2133.24	4266.49	1220	1.825
9.5	2218.57	4437.15	1422	2.131
9.0	2303.90	4607.81	1422	2.131
8.5	2389.23	4778.47	1422	2.131
8.0	2474.56	4949.13	1422	2.131
7.5	2559.89	5119.79	1422	2.131
7.0	2645.22	5290.45	1422	2.131
6.5	2730.55	5461.11	1422	2.131
6.0	2815.88	5631.77	1422	2.131
5.5	2901.21	5802.43	1422	2.131
5.0	2986.54	5973.09	1910	3.437
4.5	3071.87	6143.74	1910	3.437
4.0	3157.20	6314.40	1910	3.437
3.5	3242.53	6485.06	1910	3.437
3.0	3327.86	6655.72	1910	3.437
2.5	3413.19	6826.38	1910	3.437
2.0	3498.52	6997.04	1910	3.437
1.5	3583.85	7167.70	1910	3.437
1.0	3669.18	7338.36	1910	3.437
0.5	3754.51	7509.02	1910	3.437
0.0	3839.84	7679.68	1910	3.437

7.10 TORRE 9A

7.10.1 Datos generales

T9A																									
DATOS GENERALES			PESO PROPIO			VIENTO			CABLE																
Altura torre	15.1	m	Torre			Estructura			Reacción del cable sobre balancines																
Incl. torre	26.57	º	Masa torre (fuste)	5643	kg	SUBIDA																			
Ancho de vía	50	%	Estructura superior de la torre (balancines y pasarelas)			Diámetro poleas balancín			0.5	m															
L vano anterior	6.4	m				Número de poleas del balancín			10	-															
L vano posterior	111.6	m	SUBIDA			Grosor poleas			0.2	m															
Dist. entre vehículos	13.6	m	10S			Sup x passarela			0.1	m2															
Pers. por vehículo	54	m	Masa balancín	2000.0	kg	Sup y passarela			0.84	m2															
Diámetro medio torre	10	pers/v	Masa passarela	700.0	kg				BAJADA																
	1.18	m	Sup Z estr.	1.5	m2				Diámetro poleas balancín					0.5	m										
Cable			BAJADA						Número de poleas del balancín					10	-										
Diámetro cable	0.052	m	10S						Grosor poleas					0.2	m										
Peso Propio cable	10.05	kg/m	Masa balancín	2000.0	kg				Sup x passarela					0.1	m2										
Multiconductor			Masa passarela	700.0	kg				Sup y passarela					0.84	m2										
Diámetro multi	0.072	m	Sup Z estr.	1.5	m2				Potència																
Peso Propio multi	1.52	daN/m	Potencia						Sup x potencia					2.14	m2										
Suelo			Masa potencia	1375.0	kg				Sup y potencia					6.86	m2										
Densidad relleno	17	kN/m3	Masa sobrepotencia	825	kg				Vehículos																
Cohesión	0	kN/m3	Sup. Z pot + sobrepot	2.14	m2				núm. de veh. en vano anterior					3											
Ángulo roz. interno	25	º							núm. de veh. en vano posterior					1											
Roz. hormigón/suelo	30	º							pasajeros/vehículo					10											
qELS	850	kN/m2							Sup x vehículo					6	m2										
qELU	1400	kN/m2							Sup y vehículo					4.65	m2										
Pendiente del terreno	26.57	º																							
Densidad materiales																									
Densidad hormigón	2500	kg/m3																							
	24.5165	kN/m3																							
Densidad acero	7850.0	kg/m3																							
	76.98	kN/m3																							
Hielo																									
Grosor hielo	0.01	m																							
Densidad hielo	200	kg/m3																							
	1.96132	kN/m3																							

7.10.2 Acciones globales (kN y mKN)

ACCIONES GLOBALES									
	Nº	Acción	Tipo de acción	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
PESO PROPIO	1	Peso estructuras	G	0.00	0.00	129.87	0.00	690.14	0.00
	2	Peso estructuras hielo	Q	0.00	0.00	131.08	0.00	694.57	0.00
CABLE	3	Tensión nu-nu	G	1.12	0.00	27.05	-86.57	165.72	3.59
	4	Tensión 0%-0%	G	4.41	0.00	84.89	-6.61	506.62	-0.01
	5	Tensión 100%-0%	Q	5.08	0.00	91.47	-65.39	541.00	4.13
	6	Tensión 0%-100%	Q	4.82	0.00	86.13	-2.65	508.77	-1.32
	7	Tensión 100%-100%	Q	5.80	0.00	98.60	-42.57	578.22	1.81
	8	Tensión nu-nu con hielo	Q	0.00	0.00	0.00	-9.25	-43.96	0.00
	9	Tensión 0%-0% con hielo	Q	0.00	0.00	0.00	-91.55	-65.11	0.00
	10	Sobretensión 0%-0%	Q	6.18	0.00	118.85	-9.25	709.27	-0.01
	11	Sobretensión 100%-0%	Q	7.11	0.00	128.06	-91.55	757.40	5.78
	12	Sobretensión 0%-100%	Q	6.75	0.00	120.58	-3.72	712.28	-1.85
	13	Sobretensión 100%-100%	Q	8.12	0.00	138.04	-59.59	809.51	2.53
VIENTO	14	Viento T FS estructuras	Q	0.00	23.33	0.00	259.87	0.00	0.00
	15	Viento T FS cable	Q	0.00	9.12	0.00	137.78	0.00	0.00
	16	Viento T FS 0%-0%	Q	0.00	13.45	0.00	203.09	0.00	0.00
	17	Viento L FS estructuras	Q	4.83	0.00	0.00	0.00	42.09	0.00
	18	Viento L FS cable	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	19	Viento L FS 0%-0%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	20	Viento T FS hielo/estructuras	Q	0.00	45.01	0.00	497.82	0.00	0.00
	21	Viento T FS hielo/cable	Q	0.00	14.87	0.00	224.53	0.00	0.00
	22	Viento T FS hielo/0%-0%	Q	0.00	26.78	0.00	404.44	0.00	0.00
	23	Viento L FS hielo/estructuras	Q	24.08	0.00	0.00	0.00	248.12	0.00
	24	Viento L FS hielo/cable	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	25	Viento L FS hielo/0%-0%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	26	Viento T ES/estructuras	Q	0.00	9.38	0.00	103.71	0.00	0.00
	27	Viento T ES/cable	Q	0.00	3.10	0.00	46.78	0.00	0.00
	28	Viento T ES/0%-0%	Q	0.00	5.58	0.00	84.26	0.00	0.00
	29	Viento T ES/100%-0%	Q	0.00	5.58	0.00	84.26	0.00	0.00
	30	Viento T ES/0%-100%	Q	0.00	5.58	0.00	84.26	0.00	0.00
	31	Viento T ES/100%-100%	Q	0.00	5.58	0.00	84.26	0.00	0.00
	32	Viento L ES/estructuras	Q	5.93	0.00	0.00	0.00	51.69	0.00
	33	Viento L ES/cable	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	34	Viento L ES/0%-0%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	35	Viento L ES/100%-0%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	36	Viento L ES/0%-100%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	37	Viento L ES/100%-100%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ALUD	38	Reptación	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	39	Alud	A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SISMO	40	Sismo Sx	A	135.63	0.00	0.00	0.00	1521.88	0.00
	41	Sismo Sy	A	0.00	135.63	0.00	1521.88	0.00	0.00
	42	Sismo Sz	A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

7.10.3 Predimensionamiento fuste

Dimensionamiento fuste de pilonas				
h_pilona	Mf result max (kNm)	Mf_pilona	Dia. fuste	Peso (kN)
0.0	3310.59	6621.18	1910	
15.1	0.00	0.00		
15.1	0.00	0.00	762	
14.6	109.62	219.24	762	1.133
14.1	219.24	438.49	762	1.133
13.6	328.87	657.73	762	1.133
13.1	438.49	876.98	762	1.133
12.6	548.11	1096.22	762	1.133
12.1	657.73	1315.47	762	1.133
11.6	767.36	1534.71	762	1.133
11.1	876.98	1753.95	1016	1.517
10.6	986.60	1973.20	1016	1.517
10.1	1096.22	2192.44	1016	1.517
9.6	1205.84	2411.69	1016	1.517
9.1	1315.47	2630.93	1016	1.517
8.6	1425.09	2850.18	1016	1.517
8.1	1534.71	3069.42	1220	1.825
7.6	1644.33	3288.66	1220	1.825
7.1	1753.95	3507.91	1220	1.825
6.6	1863.58	3727.15	1220	1.825
6.1	1973.20	3946.40	1220	1.825
5.6	2082.82	4165.64	1220	1.825
5.1	2192.44	4384.89	1422	2.131
4.6	2302.07	4604.13	1422	2.131
4.1	2411.69	4823.37	1422	2.131
3.6	2521.31	5042.62	1422	2.131
3.1	2630.93	5261.86	1422	2.131
2.6	2740.55	5481.11	1422	2.131
2.1	2850.18	5700.35	1422	2.131
1.6	2959.80	5919.60	1422	2.131
1.1	3069.42	6138.84	1910	3.437
0.6	3179.04	6358.08	1910	3.437
0.1	3288.66	6577.33	1910	3.437

7.11 TORRE 9B

7.11.1 Datos generales

T9B																							
DATOS GENERALES			PESO PROPIO			VIENTO			CABLE														
Altura torre	15.2	m	Torre			Estructura			Reacción del cable sobre balancines														
Incl. torre	-26.57	°	Masa torre (fuste)	7233	kg	SUBIDA				Reacción	Ángulo de	Reacción	Ángulo de										
	-50	%	Estructura superior de la torre (balancines y pasarelas)			Diámetro poleas balancín	0.5	m		lado subida	la reacción	lado bajada	la reacción										
Ancho de vía	6.4	m	SUBIDA			Número de poleas del balancín	12	-		(kN)	subida (°)	(kN)	bajada (°)										
L vano anterior	13.6	m	12S			Grosor poleas	0.2	m		Caso cable solo - cable solo	37.18	-2.30	0.00	-2.38									
L vano posterior	221.1	m	Masa balancín	2700.0	kg	Sup x passarela	0.1	m2		Caso 0% - 0%	62.71	-3.97	60.54	-4.06									
Dist. entre vehículos	54	m	Masa passarela	850.0	kg	Sup y passarela	0.84	m2		Caso 100% - 0%	82.79	-5.09	54.57	-4.06									
Pers. por vehículo	10	pers/v	Sup Z estr.	1.5	m2	BAJADA				Caso 0% - 100%	62.71	-3.97	69.19	-5.27									
Diámetro medio torre	1.40	m	BAJADA			Diámetro poleas balancín	0.5	m		Caso 100% - 100%	82.79	-5.09	69.19	-5.27									
Cable			12S			Número de poleas del balancín	12	-		Sobretensión del cable (+40%)													
Diámetro cable	0.052	m	Masa balancín	2700.0	kg	Grosor poleas	0.2	m			Reacción	Ángulo de	Reacción	Ángulo de									
Peso Propio cable	10.05	kg/m	Masa passarela	850.0	kg	Sup x passarela	0.1	m2			lado subida	la reacción	lado bajada	la reacción									
Multiconductor			Sup Z estr.	1.5	m2	Sup y passarela	0.84	m2			(kN)	subida (°)	(kN)	bajada (°)									
Diámetro multi	0.072	m	Potencia			Sup x potencia	2.14	m2		Caso 0% - 0%	87.79	-3.97	84.76	-4.06									
Peso Propio multi	1.52	daN/m	Masa potencia	1375.0	kg	Sup y potencia	6.86	m2		Caso 100% - 0%	115.91	-5.09	76.40	-4.06									
Suelo			Masa sobrepotencia	825	kg	Vehículos				Caso 0% - 100%	87.79	-3.97	96.86	-5.27									
Densidad relleno	17	kN/m3	Sup. Z pot + sobrepot	2.14	m2	núm. de veh. en vano anterior	1			Caso 100% - 100%	115.91	-5.09	96.86	-5.27									
Cohesión	0	kN/m3				núm. de veh. en vano posterior	5																
Ángulo roz. interno	25	°				pasajeros/vehículo	10																
Roz. hormigón/suelo	30	°				Sup x vehículo	6	m2															
qELS	850	kN/m2				Sup y vehículo	4.65	m2															
qELU	1400	kN/m2																					
Pendiente del terreno	-26.57	°																					
Densidad materiales																							
Densidad hormigón	2500	kg/m3																					
	24.5165	kN/m3																					
Densidad acero	7850.0	kg/m3																					
	76.98	kN/m3																					
Hielo																							
Grosor hielo	0.01	m																					
Densidad hielo	200	kg/m3																					
	1.96132	kN/m3																					

7.11.2 Acciones globales (kN y mKN)

ACCIONES GLOBALES									
	Nº	Acción	Tipo de acción	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
PESO PROPIO	1	Peso estructuras	G	0.00	0.00	162.13	0.00	-861.04	0.00
	2	Peso estructuras hielo	Q	0.00	0.00	163.56	0.00	-866.23	0.00
CABLE	3	Tensión nu-nu	G	-1.49	0.00	37.15	-118.89	-229.88	-4.78
	4	Tensión 0%-0%	G	-8.63	0.00	122.95	-6.92	-704.55	-0.19
	5	Tensión 100%-0%	Q	-11.20	0.00	136.90	-89.70	-760.28	-11.13
	6	Tensión 0%-100%	Q	-10.71	0.00	131.45	20.29	-730.84	6.45
	7	Tensión 100%-100%	Q	-13.70	0.00	151.36	-43.43	-820.64	-3.14
	8	Tensión nu-nu con hielo	Q	0.00	0.00	0.00	-9.69	-43.96	0.00
	9	Tensión 0%-0% con hielo	Q	0.00	0.00	0.00	-125.58	-65.11	0.00
	10	Sobretensión 0%-0%	Q	-12.08	0.00	172.13	-9.69	-986.37	-0.26
	11	Sobretensión 100%-0%	Q	-15.69	0.00	191.66	-125.58	-1064.40	-15.58
	12	Sobretensión 0%-100%	Q	-14.99	0.00	184.03	28.40	-1023.17	9.03
	13	Sobretensión 100%-100%	Q	-19.18	0.00	211.91	-60.80	-1148.89	-4.40
VIENTO	14	Viento T FS estructuras	Q	0.00	26.53	0.00	292.17	0.00	0.00
	15	Viento T FS cable	Q	0.00	17.11	0.00	260.02	0.00	0.00
	16	Viento T FS 0%-0%	Q	0.00	20.17	0.00	306.65	0.00	0.00
	17	Viento L FS estructuras	Q	5.62	0.00	0.00	0.00	48.39	0.00
	18	Viento L FS cable	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	19	Viento L FS 0%-0%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	20	Viento T FS hielo/estructuras	Q	0.00	51.17	0.00	558.67	0.00	0.00
	21	Viento T FS hielo/cable	Q	0.00	27.88	0.00	423.73	0.00	0.00
	22	Viento T FS hielo/0%-0%	Q	0.00	40.18	0.00	610.68	0.00	0.00
	23	Viento L FS hielo/estructuras	Q	28.82	0.00	0.00	0.00	285.83	0.00
	24	Viento L FS hielo/cable	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	25	Viento L FS hielo/0%-0%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	26	Viento T ES/estructuras	Q	0.00	10.66	0.00	116.39	0.00	0.00
	27	Viento T ES/cable	Q	0.00	5.81	0.00	88.28	0.00	0.00
	28	Viento T ES/0%-0%	Q	0.00	8.37	0.00	127.22	0.00	0.00
	29	Viento T ES/100%-0%	Q	0.00	8.37	0.00	127.22	0.00	0.00
	30	Viento T ES/0%-100%	Q	0.00	8.37	0.00	127.22	0.00	0.00
	31	Viento T ES/100%-100%	Q	0.00	8.37	0.00	127.22	0.00	0.00
	32	Viento L ES/estructuras	Q	6.92	0.00	0.00	0.00	59.55	0.00
	33	Viento L ES/cable	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	34	Viento L ES/0%-0%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	35	Viento L ES/100%-0%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	36	Viento L ES/0%-100%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	37	Viento L ES/100%-100%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ALUD	38	Reptación	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	39	Alud	A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SISMO	40	Sismo Sx	A	169.33	0.00	0.00	0.00	1880.59	0.00
	41	Sismo Sy	A	0.00	169.33	0.00	1880.59	0.00	0.00
	42	Sismo Sz	A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

7.11.3 Predimensionamiento fuste

Dimensionamiento fuste de pilonas				
h_pilona	Mf result max (kNm)	Mf_pilona	Dia. fuste	Peso (kN)
0.0	4932.67	9865.34	1910	
15.2	0.00	0.00		
15.2	0.00	0.00	762	
14.7	162.26	324.52	762	1.133
14.2	324.52	649.04	762	1.133
13.7	486.78	973.55	762	1.133
13.2	649.04	1298.07	762	1.133
12.7	811.29	1622.59	762	1.133
12.2	973.55	1947.11	1016	1.517
11.7	1135.81	2271.63	1016	1.517
11.2	1298.07	2596.14	1016	1.517
10.7	1460.33	2920.66	1016	1.517
10.2	1622.59	3245.18	1220	1.825
9.7	1784.85	3569.70	1220	1.825
9.2	1947.11	3894.21	1220	1.825
8.7	2109.37	4218.73	1220	1.825
8.2	2271.63	4543.25	1422	2.131
7.7	2433.88	4867.77	1422	2.131
7.2	2596.14	5192.29	1422	2.131
6.7	2758.40	5516.80	1422	2.131
6.2	2920.66	5841.32	1422	2.131
5.7	3082.92	6165.84	1910	3.437
5.2	3245.18	6490.36	1910	3.437
4.7	3407.44	6814.88	1910	3.437
4.2	3569.70	7139.39	1910	3.437
3.7	3731.96	7463.91	1910	3.437
3.2	3894.21	7788.43	1910	3.437
2.7	4056.47	8112.95	1910	3.437
2.2	4218.73	8437.47	1910	3.437
1.7	4380.99	8761.98	1910	3.437
1.2	4543.25	9086.50	1910	3.437
0.7	4705.51	9411.02	1910	3.437
0.2	4867.77	9735.54	1910	3.437

7.12 TORRE 9 (FUSTE INFERIOR DE LA Y)

Las acciones combinadas son el resultado de la suma de las acciones obtenidas en la base de la 9A y 9B, trasladadas al pie del fuste inferior (de 16,5 m de altura).

El predimensionamiento del fuste inferior es el siguiente:

Dimensionamiento fuste de pilonas				
h_pilona	Mf result max (kNm)	Mf_pilona	Dia. fuste	Peso (kN)
0.0	10596.38	21192.77	2500	
16.5	4531.32			
16.5	4531.32	9062.64	1910	
16.0	4715.11	9430.22	1910	3.437
15.5	4898.90	9797.80	1910	3.437
15.0	5082.69	10165.38	1910	3.437
14.5	5266.48	10532.96	1910	3.437
14.0	5450.27	10900.53	1910	3.437
13.5	5634.06	11268.11	1910	3.437
13.0	5817.85	11635.69	1910	3.437
12.5	6001.64	12003.27	1910	3.437
12.0	6185.43	12370.85	1910	3.437
11.5	6369.22	12738.43	1910	3.437
11.0	6553.01	13106.01	2140	3.854
10.5	6736.80	13473.59	2140	3.854
10.0	6920.59	13841.17	2140	3.854
9.5	7104.38	14208.75	2140	3.854
9.0	7288.17	14576.33	2140	3.854
8.5	7471.96	14943.91	2140	3.854
8.0	7655.75	15311.49	2140	3.854
7.5	7839.54	15679.07	2140	3.854
7.0	8023.33	16046.65	2140	3.854
6.5	8207.12	16414.23	2500	4.507
6.0	8390.91	16781.81	2500	4.507
5.5	8574.70	17149.39	2500	4.507
5.0	8758.49	17516.97	2500	4.507
4.5	8942.27	17884.55	2500	4.507
4.0	9126.06	18252.13	2500	4.507
3.5	9309.85	18619.71	2500	4.507
3.0	9493.64	18987.29	2500	4.507
2.5	9677.43	19354.87	2500	4.507
2.0	9861.22	19722.45	2500	4.507
1.5	10045.01	20090.03	2500	4.507
1.0	10228.80	20457.61	2500	4.507
0.5	10412.59	20825.19	2500	4.507
0.0	10596.38	21192.77	2500	4.507

7.13 TORRE 10

7.13.1 Datos generales

T10																				
DATOS GENERALES			PESO PROPIO			VIENTO			CABLE											
Altura torre	26	m	Torre			Estructura			Reacción del cable sobre balancines											
Incl. torre	0.00	°	Masa torre (fuste)	12594	kg	SUBIDA				Reacción	Ángulo de	Reacción	Ángulo de							
	0	%	Estructura superior de la torre (balancines y pasarelas)				Diámetro poleas balancín	0.5	m	lado subida	la reacción	lado bajada	la reacción							
Ancho de vía	6.4	m	SUBIDA				Número de poleas del balancín	10	-	(kN)	subida (°)	(kN)	bajada (°)							
L vano anterior	221.1	m	10S				Grosor poleas	0.2	m					Caso cable solo - cable solo	11.83	-2.71	0.00	-2.67		
L vano posterior	125.8	m	Masa balancín	2000.0	kg		Sup x passarela	0.1	m2					Caso 0% - 0%	42.81	-1.55	43.17	-2.73		
Dist. entre vehículos	54	m	Masa passarela	700.0	kg		Sup y passarela	0.84	m2					Caso 100% - 0%	66.52	-0.77	42.26	-2.73		
Pers. por vehículo	10	pers/v	Sup Z estr.	1.5	m2		BAJADA							Caso 0% - 100%	42.81	-1.55	65.36	-2.77		
Diámetro medio torre	1.42	m	BAJADA				Diámetro poleas balancín	0.5	m					Caso 100% - 100%	66.52	-0.77	65.36	-2.77		
Cable			10S				Número de poleas del balancín	10	-					Sobretensión del cable (+40%)						
Diámetro cable	0.052	m	Masa balancín	2000.0	kg		Grosor poleas	0.2	m						Reacción	Ángulo de	Reacción	Ángulo de		
Peso Propio cable	10.05	kg/m	Masa passarela	700.0	kg		Sup x passarela	0.1	m2						lado subida	la reacción	lado bajada	la reacción		
Multiconductor			Sup Z estr.	1.5	m2		Sup y passarela	0.84	m2						(kN)	subida (°)	(kN)	bajada (°)		
Diámetro multi	0.072	m	Potencia				Potencia							Caso 0% - 0%	59.93	-1.55	60.44	-2.73		
Peso Propio multi	1.52	daN/m	Masa potencia	1375.0	kg		Sup x potencia	2.14	m2					Caso 100% - 0%	93.13	-0.77	59.16	-2.73		
Suelo			Masa sobrepotencia	825	kg		Sup y potencia	6.86	m2					Caso 0% - 100%	59.93	-1.55	91.50	-2.77		
Densidad relleno	17	kN/m3	Sup. Z pot + sobrepot	2.14	m2		Vehículos							Caso 100% - 100%	93.13	-0.77	91.50	-2.77		
Cohesión	0	kN/m3					núm. de veh. en vano anterior	5												
Ángulo roz. interno	25	°					núm. de veh. en vano posterior	3												
Roz. hormigón/suelo	30	°					pasajeros/vehículo	10												
qELS	850	kN/m2					Sup x vehículo	6	m2											
qELU	1400	kN/m2					Sup y vehículo	4.65	m2											
Pendiente del terreno	0.00	°																		
Densidad materiales																				
Densidad hormigón	2500	kg/m3																		
	24.5165	kN/m3																		
Densidad acero	7850.0	kg/m3																		
	76.98	kN/m3																		
Hielo																				
Grosor hielo	0.01	m																		
Densidad hielo	200	kg/m3																		
	1.96132	kN/m3																		

7.13.2 Acciones globales (kN y mKN)

ACCIONES GLOBALES									
	Nº	Acción	Tipo de acción	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
PESO PROPIO	1	Peso estructuras	G	0.00	0.00	198.04	0.00	0.00	0.00
	2	Peso estructuras hielo	Q	0.00	0.00	200.43	0.00	0.00	0.00
CABLE	3	Tensión nu-nu	G	-0.56	0.00	11.81	-37.80	14.53	-1.79
	4	Tensión 0%-0%	G	-3.22	0.00	85.91	1.05	83.62	2.87
	5	Tensión 100%-0%	Q	-2.91	0.00	108.73	-77.78	75.67	3.57
	6	Tensión 0%-100%	Q	-4.31	0.00	108.08	71.97	112.12	6.38
	7	Tensión 100%-100%	Q	-4.05	0.00	131.80	-3.94	105.31	7.22
	8	Tensión nu-nu con hielo	Q	0.00	0.00	0.00	1.47	-43.96	0.00
	9	Tensión 0%-0% con hielo	Q	0.00	0.00	0.00	-108.90	-65.11	0.00
	10	Sobretensión 0%-0%	Q	-4.50	0.00	120.28	1.47	117.07	4.02
	11	Sobretensión 100%-0%	Q	-4.07	0.00	152.22	-108.90	105.94	5.00
	12	Sobretensión 0%-100%	Q	-6.04	0.00	151.31	100.76	156.97	8.93
	13	Sobretensión 100%-100%	Q	-5.67	0.00	184.52	-5.52	147.43	10.11
VIENTO	14	Viento T FS estructuras	Q	0.00	36.35	0.00	616.64	0.00	0.00
	15	Viento T FS cable	Q	0.00	25.29	0.00	657.59	0.00	0.00
	16	Viento T FS 0%-0%	Q	0.00	26.90	0.00	699.38	0.00	0.00
	17	Viento L FS estructuras	Q	9.17	0.00	0.00	0.00	128.87	0.00
	18	Viento L FS cable	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	19	Viento L FS 0%-0%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	20	Viento T FS hielo/estructuras	Q	0.00	70.74	0.00	1191.71	0.00	0.00
	21	Viento T FS hielo/cable	Q	0.00	41.22	0.00	1071.63	0.00	0.00
	22	Viento T FS hielo/0%-0%	Q	0.00	53.57	0.00	1392.77	0.00	0.00
	23	Viento L FS hielo/estructuras	Q	49.81	0.00	0.00	0.00	761.76	0.00
	24	Viento L FS hielo/cable	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	25	Viento L FS hielo/0%-0%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	26	Viento T ES/estructuras	Q	0.00	14.74	0.00	248.27	0.00	0.00
	27	Viento T ES/cable	Q	0.00	8.59	0.00	223.26	0.00	0.00
	28	Viento T ES/0%-0%	Q	0.00	11.16	0.00	290.16	0.00	0.00
	29	Viento T ES/100%-0%	Q	0.00	11.16	0.00	290.16	0.00	0.00
	30	Viento T ES/0%-100%	Q	0.00	11.16	0.00	290.16	0.00	0.00
	31	Viento T ES/100%-100%	Q	0.00	11.16	0.00	290.16	0.00	0.00
	32	Viento L ES/estructuras	Q	11.29	0.00	0.00	0.00	158.70	0.00
	33	Viento L ES/cable	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	34	Viento L ES/0%-0%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	35	Viento L ES/100%-0%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	36	Viento L ES/0%-100%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	37	Viento L ES/100%-100%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ALUD	38	Reptación	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	39	Alud	A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SISMO	40	Sismo Sx	A	206.82	0.00	0.00	0.00	3313.09	0.00
	41	Sismo Sy	A	0.00	206.82	0.00	3313.09	0.00	0.00
	42	Sismo Sz	A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

7.13.3 Predimensionamiento fuste

Dimensionamiento fuste de pilonas				
h_pilona	Mf result max (kNm)	Mf_pilona	Dia. fuste	Peso (kN)
0.0	4916.80	9833.60	1910	
26.0	0.00	0.00		
26.0	0.00	0.00	762	
25.5	94.55	189.11	762	1.133
25.0	189.11	378.22	762	1.133
24.5	283.66	567.32	762	1.133
24.0	378.22	756.43	762	1.133
23.5	472.77	945.54	762	1.133
23.0	567.32	1134.65	762	1.133
22.5	661.88	1323.75	762	1.133
22.0	756.43	1512.86	762	1.133
21.5	850.98	1701.97	1016	1.517
21.0	945.54	1891.08	1016	1.517
20.5	1040.09	2080.18	1016	1.517
20.0	1134.65	2269.29	1016	1.517
19.5	1229.20	2458.40	1016	1.517
19.0	1323.75	2647.51	1016	1.517
18.5	1418.31	2836.61	1016	1.517
18.0	1512.86	3025.72	1220	1.825
17.5	1607.41	3214.83	1220	1.825
17.0	1701.97	3403.94	1220	1.825
16.5	1796.52	3593.04	1220	1.825
16.0	1891.08	3782.15	1220	1.825
15.5	1985.63	3971.26	1220	1.825
15.0	2080.18	4160.37	1220	1.825
14.5	2174.74	4349.48	1220	1.825
14.0	2269.29	4538.58	1422	2.131
13.5	2363.85	4727.69	1422	2.131
13.0	2458.40	4916.80	1422	2.131
12.5	2552.95	5105.91	1422	2.131
12.0	2647.51	5295.01	1422	2.131
11.5	2742.06	5484.12	1422	2.131
11.0	2836.61	5673.23	1422	2.131
10.5	2931.17	5862.34	1422	2.131
10.0	3025.72	6051.44	1910	3.437
9.5	3120.28	6240.55	1910	3.437
9.0	3214.83	6429.66	1910	3.437
8.5	3309.38	6618.77	1910	3.437
8.0	3403.94	6807.87	1910	3.437
7.5	3498.49	6996.98	1910	3.437
7.0	3593.04	7186.09	1910	3.437
6.5	3687.60	7375.20	1910	3.437
6.0	3782.15	7564.31	1910	3.437
5.5	3876.71	7753.41	1910	3.437
5.0	3971.26	7942.52	1910	3.437
4.5	4065.81	8131.63	1910	3.437
4.0	4160.37	8320.74	1910	3.437
3.5	4254.92	8509.84	1910	3.437
3.0	4349.48	8698.95	1910	3.437
2.5	4444.03	8888.06	1910	3.437
2.0	4538.58	9077.17	1910	3.437
1.5	4633.14	9266.27	1910	3.437
1.0	4727.69	9455.38	1910	3.437
0.5	4822.24	9644.49	1910	3.437
0.0	4916.80	9833.60	1910	3.437

7.14.1 Datos generales

Proyecto: Estudios y diseños del Cable Aéreo en San Cristóbal, en Bogotá D.C.

7.14.2 Acciones globales (kN y mN)

ACCIONES GLOBALES									
	Nº	Acción	Tipo de acción	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
PESO PROPIO	1	Peso estructuras	G	0.00	0.00	140.66	0.00	0.00	0.00
	2	Peso estructuras hielo	Q	0.00	0.00	141.96	0.00	0.00	0.00
CABLE	3	Tensión nu-nu	G	-0.05	0.00	-21.30	-68.16	0.91	0.16
	4	Tensión 0%-0%	G	-0.40	0.00	-23.51	29.55	7.46	-0.39
	5	Tensión 100%-0%	Q	-0.41	0.00	-17.77	11.20	7.63	-0.42
	6	Tensión 0%-100%	Q	-0.53	0.00	-24.64	25.91	9.80	0.01
	7	Tensión 100%-100%	Q	-0.54	0.00	-18.91	7.57	9.97	-0.02
	8	Tensión nu-nu con hielo	Q	0.00	0.00	0.00	41.36	-43.96	0.00
	9	Tensión 0%-0% con hielo	Q	0.00	0.00	0.00	15.68	-65.11	0.00
	10	Sobretensión 0%-0%	Q	-0.57	0.00	-32.91	41.36	10.44	-0.55
	11	Sobretensión 100%-0%	Q	-0.58	0.00	-24.88	15.68	10.68	-0.59
	12	Sobretensión 0%-100%	Q	-0.74	0.00	-34.50	36.28	13.71	0.02
	13	Sobretensión 100%-100%	Q	-0.76	0.00	-26.47	10.60	13.95	-0.03
VIENTO	14	Viento T FS estructuras	Q	0.00	26.85	0.00	372.79	0.00	0.00
	15	Viento T FS cable	Q	0.00	10.24	0.00	188.86	0.00	0.00
	16	Viento T FS 0%-0%	Q	0.00	13.45	0.00	248.15	0.00	0.00
	17	Viento L FS estructuras	Q	5.18	0.00	0.00	0.00	54.64	0.00
	18	Viento L FS cable	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	19	Viento L FS 0%-0%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	20	Viento T FS hielo/estructuras	Q	0.00	51.25	0.00	704.93	0.00	0.00
	21	Viento T FS hielo/cable	Q	0.00	16.68	0.00	307.77	0.00	0.00
	22	Viento T FS hielo/0%-0%	Q	0.00	26.78	0.00	494.16	0.00	0.00
	23	Viento L FS hielo/estructuras	Q	26.08	0.00	0.00	0.00	321.58	0.00
	24	Viento L FS hielo/cable	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	25	Viento L FS hielo/0%-0%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	26	Viento T ES/estructuras	Q	0.00	10.68	0.00	146.86	0.00	0.00
	27	Viento T ES/cable	Q	0.00	3.48	0.00	64.12	0.00	0.00
	28	Viento T ES/0%-0%	Q	0.00	5.58	0.00	102.95	0.00	0.00
	29	Viento T ES/100%-0%	Q	0.00	5.58	0.00	102.95	0.00	0.00
	30	Viento T ES/0%-100%	Q	0.00	5.58	0.00	102.95	0.00	0.00
	31	Viento T ES/100%-100%	Q	0.00	5.58	0.00	102.95	0.00	0.00
	32	Viento L ES/estructuras	Q	6.35	0.00	0.00	0.00	67.00	0.00
	33	Viento L ES/cable	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	34	Viento L ES/0%-0%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	35	Viento L ES/100%-0%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	36	Viento L ES/0%-100%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	37	Viento L ES/100%-100%	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ALUD	38	Reptación	Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	39	Alud	A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SISMO	40	Sismo Sx	A	146.90	0.00	0.00	0.00	2063.10	0.00
	41	Sismo Sy	A	0.00	146.90	0.00	2063.10	0.00	0.00
	42	Sismo Sz	A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

7.14.3 Predimensionamiento fuste

Dimensionamiento fuste de pilonas				
h_pilona	Mf result max (kNm)	Mf_pilona	Dia. fuste	Peso (kN)
0.0	2575.47	5150.94	1422	
18.5	0.00	0.00		
18.5	0.00	0.00	762	
18.0	62.82	125.63	762	1.133
17.5	132.61	265.22	762	1.133
17.0	202.41	404.82	762	1.133
16.5	272.20	544.41	762	1.133
16.0	342.00	684.00	762	1.133
15.5	411.80	823.59	762	1.133
15.0	481.59	963.18	762	1.133
14.5	551.39	1102.78	762	1.133
14.0	621.18	1242.37	762	1.133
13.5	690.98	1381.96	762	1.133
13.0	760.78	1521.55	762	1.133
12.5	830.57	1661.14	762	1.133
12.0	900.37	1800.74	1016	1.517
11.5	970.16	1940.33	1016	1.517
11.0	1039.96	2079.92	1016	1.517
10.5	1109.76	2219.51	1016	1.517
10.0	1179.55	2359.10	1016	1.517
9.5	1249.35	2498.69	1016	1.517
9.0	1319.14	2638.29	1016	1.517
8.5	1388.94	2777.88	1016	1.517
8.0	1458.74	2917.47	1016	1.517
7.5	1528.53	3057.06	1220	1.825
7.0	1598.33	3196.65	1220	1.825
6.5	1668.12	3336.25	1220	1.825
6.0	1737.92	3475.84	1220	1.825
5.5	1807.71	3615.43	1220	1.825
5.0	1877.51	3755.02	1220	1.825
4.5	1947.31	3894.61	1220	1.825
4.0	2017.10	4034.21	1220	1.825
3.5	2086.90	4173.80	1220	1.825
3.0	2156.69	4313.39	1220	1.825
2.5	2226.49	4452.98	1422	2.131
2.0	2296.29	4592.57	1422	2.131
1.5	2366.08	4732.16	1422	2.131
1.0	2435.88	4871.76	1422	2.131
0.5	2505.67	5011.35	1422	2.131
0.0	2575.47	5150.94	1422	2.131

8 CONCLUSIONES

Los datos, cargas y dimensionamientos de los tipos de piona que han quedado plasmados en el presente documentos son los suficientes y necesarios para realizar un predimensionamiento de las torre. Destacar que las acciones combinadas (resultantes de la multiplicación matricial entre las Acciones globales (kN y mkN) y la matriz de combinaciones) ha sido suministrada al equipo de estructuras a fin de dimensionar las cimentaciones.