



PROYECTO FINAL

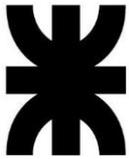
Ingenieria Civil

SISTEMA DE TRANSPORTE POR CABLE

Complejo Teleférico La Rioja

TOMO 2

MIRALLES JESICA NATALIA



PROYECTO COMPLEJO TELEFÉRICO LA RIOJA

TOMO II DISEÑO Y CÁLCULO DEL SISTEMA TELEFERICO, PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS, CÓMPUTO Y PRESUPUESTO, PLAN DE AVANCES Y CURVA DE INVERSIÓN.

CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

CÁTEDRA: PROYECTO FINAL

DOCENTES:

ING. BARBEITO PÉREZ, JAVIER

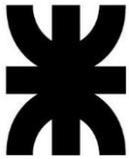
ING WHITAKER, HÉCTOR FEDERICO

ING. ANDRADE, ARIEL

ALUMNA:

MIRALLES, JESICA NATALIA





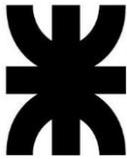
ÍNDICE

CAPÍTULO UNO

PARÁMETROS DE DISEÑO DEL SISTEMA TELÉFERICO

1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 EMPLAZAMIENTO	1
1.2.1 Trazado	1
1.2.2 Perfil topográfico	2
1.3 DISTANCIA MÍNIMA AL SUELO	3
1.4 DISTANCIA MAXIMA AL SUELO.....	4
1.5 DISTRIBUCIÓN Y ALTURA DE TORRE SOPORTE	4
1.6 VELOCIDAD DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA	5
1.7 CAPACIDAD Y ACOMPAÑAMIENTO DE LOS VEHICULOS	5
1.6.1 Determinación de la capacidad de los vehículos	5
1.6.2 Carga de un vehículo.....	6
1.7 CABLE TRACTOR	6
1.8 LONGITUD DEL SISTEMA	7
1.9 SEGURIDAD DEL SISTEMA.	8
1.10.1 Equipos	8
1.10.2 Sistema de control	8
1.10.3 Limites de la tensión en cable tractor	8
1.10.4 Parada de emergencia	8
1.10.5 Condiciones climáticas	8
1.10 ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA TELEFÉRICO	9





CAPÍTULO DOS

CANTIDAD Y SEPARACIÓN DE CABINAS

2.1 CABINAS	10
2.2 CANTIDAD DE CABINAS EN EL SISTEMA	11
2.3 CARACTERISTICA DE OPERACIÓN	11
2.4 DISTANCIA MINIMA ENTRE CABINAS.....	12

CAPÍTULO TRES

PRESECCIÓN DEL CABLE

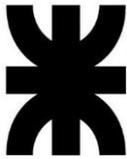
3.1 SELECCIÓN DEL CABLE TRANSPORTADOR	13
3.2 CONSIDERACIONES GENERALES PARA EL DISEÑO DEL CABLE	13
3.3 PRESELECCIÓN DEL CABLE A EMPLEAR	15

CAPÍTULO CUATRO

MODELACION DEL CABLE

4.1 CONSIDERACIONES GENERALES	21
4.2 MODELACIÓN DEL CABLE	22
4.2.1 Caso. Cable con carga distribuida y apoyo a desnivel.....	23
4.2.2 Caso. Cable con carga concentrada en el centro de la luz y apoyo a desnivel	24
4.3 ANÁLISIS ESTÁTICO DEL CABLE	25
4.3.1 flecha máxima (f_{max})	26
4.3.2 Formulas empleadas para el cálculo.....	26
4.4 DETERMINACIÓN DE LOS TRAMOS EXISTENTES EN EL TELEFÉRICO	27
4.5 DETERMINACIÓN DE LAS LUCES Y ALTURAS DE LOS TRAMOS	28
4.6 LONGITUD DEL CABLE	29
4.7 DETERMINACIÓN DE CARGAS ACTUANTES EN EL CABLE.....	30
4.7.1 Cargas de viento	30
4.7.1.1 Diámetro de cable	30
4.7.1.2 Coeficiente aerodinámico	31





4.7.1.3 Presión del viento	34
4.7.1.4 Velocidad del viento	31
4.7.1.5 Carga del viento	33
4.7.2 CARGAS VIVAS Y PESO MUERTO	34
4.7.3 FUERZA DE ROZAMIENTO	34
4.8 HIPÓTESIS DE DISEÑO	35
4.9 TENSIÓN HORIZONTAL DEL CABLE (T)	36
4.10 ÁNGULOS QUE FORMAN LAS TENSIONES CON EL EJE HORIZONTAL	37
4.11 TENSION EN APOYO EN TRAMO CRITICO.....	38
4.11.1 Factor de seguridad en tramo crítico	39

CAPÍTULO CINCO

DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTRAPESO

5.1 DIMENSIONAMIENTO DEL CONTRAPESO	40
5.2 DISTANCIA RECORRIDA DEL CONTRAPESO.....	41
5.2.1 Tramo crítico a plena carga	41
5.2.2 Tramo crítico sin carga	41

CAPÍTULO SEIS

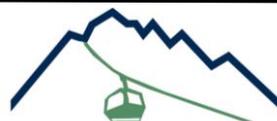
SELECCIÓN DE TIPO DE TORRE

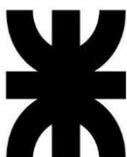
6.1 INTRODUCCIÓN	45
6.2 SELECCION DEL TIPO DE TORRE	46

CAPÍTULO SIETE

ESFUERZOS EN TORRE SOPORTE

7.1 ESTRUCTURA DE LA TORRE.....	49
7.1.1 Geometría de la torre	50
7.1.1.1 Predimensión de la estructura	50





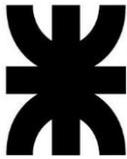
7.1.1.2 Dimensiones	50
7.1.1.3 Material.....	52
7.2 ANALISIS EN EL EXTREMO DE LA TORRE.....	54
7.2.1 Cargas vivas	55
7.2.2 Cargas muertas	59
7.2.3 Cargas de viento	61
7.3 ANALISIS DE ESFUERZOS EN LA TORRE	63
7.3.1 Cargas muertas	63
7.3.2 Acción de viento en la torre soporte	63
7.3.3 Cargas de viento de diseño	66
7.4 ACCIONES SISMICAS.....	68
7.4.1 Zonificación sísmica	68
7.4.2 Clasificación del sitio de emplazamiento en la construcción	69
7.4.3 Clasificación de la construcción según su destino y función.....	69
7.4.4 Factores de comportamiento	70
7.4.5 Periodo fundamental aproximado.....	71
7.4.6 Periodo fundamental máximo	71
7.4.7 Determinación del espectro de diseño	72
7.4.8 Acciones horizontales	74
7.5 COMBINACIONES DE CARGA	75
7.5.1 Para solicitaciones últimas.....	75
7.5.2 Para cargas de servicio	75

CAPÍTULO OCHO

VERIFICACION DE TORRE SOPORTE

8.1 INTRODUCCIÓN	78
8.2 ELEMENTO SOMETIDO A COMPRESION	78
8.2.1 Longitud efectiva	78
8.2.2 Análisis a compresión	80
8.2.3 Resistencia de diseño.....	81





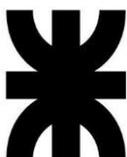
8.2.4 Resistencia nominal	81
8.3 ANALISIS A FLEXIÓN	83
8.3.1 Plastificación.....	83
8.3.2 Pandeo local del alma	84
8.4 SOLICITACIONES ULTIMAS EN TORRE SOPORTE	86
8.5 VERIFICACION A FLEXOCOMPRESION	87
8.6 VERIFICACION DEL TRAVESAÑO DE TORRE	88
8.6.1 Análisis a flexión	90
8.6.1.1 Plastificación	90
8.6.1.2 Pandeo local del alma	90
8.7 SOLICITACIONES ULTIMAS EN TORRE SOPORTE	92
8.8 VERIFICACIÓN A FLEXOCOMPRESIÓN	93
8.9 ACCIÓN ESFUERZO CORTANTE	94
8.10 VERIFICACIÓN DE ESTRUCTURA EN SERVICIO	95
8.10.1 Deformaciones verticales	96
8.10.2 Desplazamiento lateral	96

CAPÍTULO NUEVE

FUNDACIONES DE TORRE SOPORTE

9.1 FUNDACIONES A EMPLEAR	98
9.2 DISEÑO DE LA FUNDACION	99
9.2.1 Solicitaciones ultimas	99
9.2.2 Casos de excentricidad.....	99
9.2.3 Tensión máxima sobre el hormigón	100
9.3 PERNOS DE ANCLAJE	101
9.3.1 Fuerza requerida por los pernos de anclaje	101
9.3.2 Tipo de pernos de anclaje	101
9.3.3 Resistencia a la tracción	102
9.3.4 Cantidad de pernos	103
9.3.5 Resistencia al corte	104





9.4 PLACA BASE	104
9.4.1 Zona de contacto con el hormigón	104
9.4.2 zona de contacto con pernos de anclaje	104
9.5 LONGITUD DE ANCLAJE EN HORMIGON	106
9.6 DISEÑO DE FUNDACION DE LAS TORRES SOPORTE	107
9.6.1 Calculo de pilotes.....	107
9.6.1.1 Determinación de longitud de pilote	107
9.6.1.2 Pilote en Arena	108
9.6.1.3 Estimación de Q_p (METODO DE MEYERHOF)	111
9.6.1.4 Pilote en Roca	114
9.6.1.5 Estimación de Q_p (METODO DE MEYERHOF)	116
9.6.1.6 Armadura	117

CAPÍTULO DIEZ

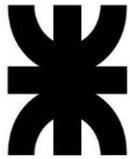
COMPÚTOS Y PRESUPUESTOS

10.1 INTRODUCCIÓN	119
10.2 COMPUTO Y PRESUPUESTO	120
10.3 PLAN DE AVANCES	121
10.4 CURVA Y CRONOGRAMA DE INVERSIONES	122

CAPÍTULO ONCE

PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN Y EXPLOTACIÓN DE TELEFÉRICOS





CAPÍTULO UNO

PARÁMETROS DE DISEÑO DEL SISTEMA TELEFÉRICO

1.1 INTRODUCCIÓN:

En este apartado se establecerán los parámetros de diseño más importantes en el que se basan los cálculos de los diferentes elementos que componen el sistema.

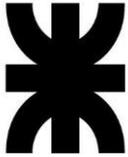
1.2 EMPLAZAMIENTO:

El emplazamiento es uno de los puntos más importantes a tener en cuenta, este se define luego de un análisis profundo de toda el área de influencia del proyecto. Determinando el mismo de forma que el trazado de la línea del sistema, no se vea amenazada por peligros naturales como desprendimientos, desplazamientos de terreno, etc, además aprovechando el perfil natural sin intervenir de manera negativa, en el terreno natural del cerro. Para la definición del emplazamiento se determinó lo siguiente:

1.2.1 Trazado:

Es significativo en el estudio previo al diseño, determinar el trazado del sistema, es decir por donde se desarrollará el recorrido del teleférico. Para ello se procuró una trayectoria rectilínea, resultado de analizar distintas alternativas de trazado, cada una con diferentes extensiones. Una de las pautas que se consideró entre otras para definir la traza definitiva, fue tener en cuenta que se realizan deportes aéreos como parapentes y aladeltas, evita el paso por zona de vuelo, para impedir amenazas de peligros.





1.2.2 Perfil topográfico:

Habiendo definido la alternativa de traza del sistema, se procedió a determinar el perfil topográfico, tratando de utilizar el perfil natural más regular posible del cerro, evitando grandes diferencias de nivel. Para ello, debido a la situación actual del cerro la cual es muy frondosa, sin posibilidad de acceso para realizar mediciones con equipos topográficos, se utilizó una aproximación mediante Google earth determinando el perfil y posteriormente con el uso del software civil 3d las correspondientes curvas de nivel.

Además, en las zonas con posibilidad de accesos, se procedió con un GPS garmin y una estación total a realizar un levantamiento topográfico del lugar. Para ello se trabajó primero realizando una base y midiendo puntos en la zona donde se ubicará la estación de salida. Después se accedió hasta el cerro por el camino de dique los sauces, y se procedió a realizar levantamientos de puntos en donde se emplazará la estación de llegada y zonas relacionadas con el proyecto. De esta manera se obtuvo el perfil topográfico que dará lugar al trazado de la línea y emplazamiento de las torres soportes del sistema.

Además, como parámetro a tener en cuenta, por recomendación de O.I.T.A.F, las instalaciones de movimiento continuo la inclinación del cable entre dos apoyos consecutivos no podrá superar a 45° , salvo para tramos cortos siempre que se tenga una evacuación adecuada para este tramo.

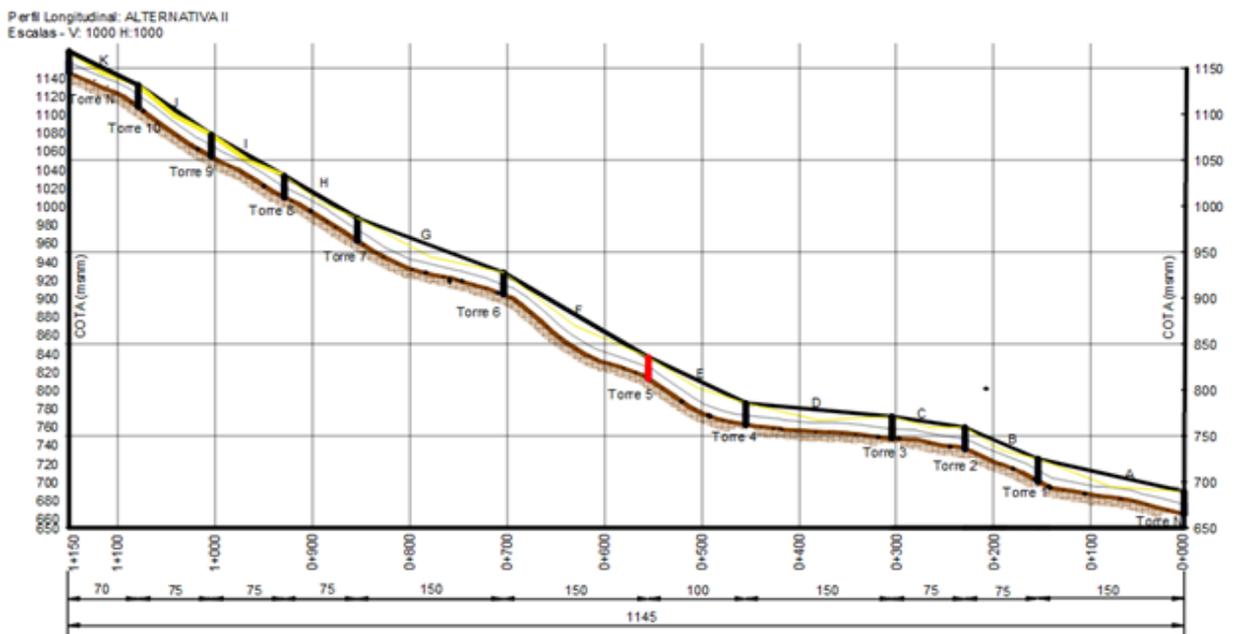
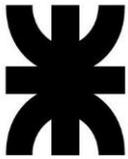


Figura 1.1 Perfil longitudinal





1.3 DISTANCIA MINIMA AL SUELO:

La distancia medida verticalmente entre el punto más bajo de un vehículo, de su carga o de un cable y la cota superior del terreno, deberá superar como **mínimo 2 metros**, salvo en las inmediaciones de las estaciones.

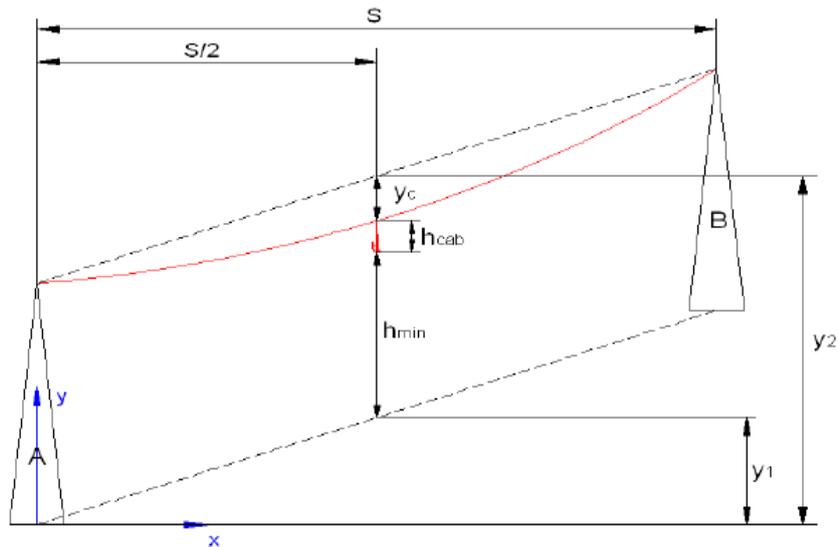


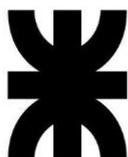
Figura 1.1 Distancia mínima al suelo

FLECHA DE SISTEMA A PLENA CARGA					
Tramo	S	P	W	t	yc
A	150	820	6	7975,00	5,97
B	75	820	6	6568,8	2,98
C	75	820	6	6568,75	2,98
D	150	820	6	7975,00	5,97
E	100	820	6	7037,50	3,98
F	150	820	6	7975,00	5,97
G	150	820	6	7975,00	5,97
H	75	820	6	6568,75	2,98
I	75	820	6	6568,75	2,98
J	75	820	6	6568,75	2,98
K	70	820	6	6043,33	2,98

Tabla 1.2 Flecha del sistema

Fuente: Pliego de condiciones técnicas para la construcción y explotación de teleféricos para transporte de pasajeros – Ministerio de Fomento 1998.





1.4 DISTANCIA MÁXIMA AL SUELO:

Se establecen distancias máximas en vertical, desde la parte mas baja del vehículo al suelo, en las condiciones más desfavorables. Es por ello que, para este caso, de cabinas cerradas, se establece un máximo de 25 metros. Altura apropiada para realizar evacuaciones mediante descenso por personal de rescate.

1.5 DISTRIBUCION Y ALTURA DE TORRES DE APOYO:

La altura de las torres y estaciones del sistema teleférico se basa fundamentalmente en lograr una altura mínima entre la cabina y el terreno por donde pasará el trayecto del sistema teleférico. Esta altura mínima en principio es recomendada por la O.I.T.A.F, y es determinada como 2 metros, altura considerada prudencial para que la cabina no haga contacto con el terreno.

CALCULO DE ALTURA DE TORRES							
Tramo	Distancia Horizontal	flecha admisible		flecha	distancia vertical libre	Torres	Altura
TN-T1	150	5,00	7,50	6	5,2	TN	10
T1-T2	75	2,50	3,75	3	5,2	T1	12
T2-T3	75	2,50	3,75	3	5,2	T2	12
T3-T4	150	5,00	7,50	6	5,2	T3	12
T4-T5	100	3,33	5,00	4	5,2	T4	12
T5-T6	150	5,00	7,50	6	5,2	T5	12
T6-T7	150	5,00	7,50	6	5,2	T6	12
T7-T8	75	2,50	3,75	3	5,2	T7	12
T8-T9	75	2,50	3,75	3	5,2	T8	12
T9-T10	75	2,50	3,75	3	5,2	T9	12
T10-TN	70	2,33	3,50	3	5,2	T10	12

Tabla 1.3 Altura de torres

Distancia libre	5,2
Altura minima a Suelo	2
Altura de cabina	2,1
Altura de brazo	1,1

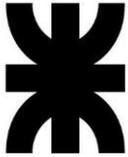
Tabla 1.4 Distancia libre

Flecha admisible	L/20
	L/30

Tabla 1.5 Flecha admisible

Fuente: Pliego de condiciones técnicas para la construcción y explotación de teleféricos para transporte de pasajeros – Ministerio de Fomento 1998.





1.6 VELOCIDAD DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA:

Según las recomendaciones técnicas de la OITAF (Organización internacional de transporte por cable) y el pliego de condiciones técnicas para la construcción de teleféricos, a la hora de fijar la velocidad de funcionamiento de una instalación se deberán tener en cuenta los siguientes puntos:

- La seguridad del sistema frente al riesgo de descarrilamiento.
- La suavidad de funcionamiento, con especial atención al paso de los vehículos por los soportes.
- El comportamiento dinámico de los cables, elementos giratorios y vehículos.
- La organización de embarque y desembarque.
- La comodidad de los usuarios a lo largo del recorrido.
- La energía mecánica acumulada en el vehículo y en los correspondientes cables de puede transformarse en calor al efectuar el frenado, sin detrimento para los frenos y sin quitarles efectividad.

A continuación, se indica la velocidad máxima admisibles para, este sistema teleférico. Previamente a su autorización la administración podrá elegir el funcionamiento de la instalación a velocidades inferiores.

Teleféricos monocables con vehículos cerrados y pinza fija:

- En línea: 4 m/s y en estaciones: 0.40 m/s.

1.7 CAPACIDAD Y ACOMPAÑAMIENTO DE LOS VEHICULOS:

La indicación de la capacidad y carga máxima admisibles de las cabinas deberá ser indicada adecuadamente en el interior de las mismas, en un lugar visible por los usuarios.

9.6.1 Determinación de la capacidad de los vehículos:

Según recomendaciones internacionales y lo establecido en el pliego de especificaciones técnicas, los criterios para la determinación de la capacidad estarán en función de la superficie del suelo de la cabina en metros cuadrados. Recomendándose hasta cinco personas: 0.25 metros cuadrados por persona. Para este proyecto se adoptan cabinas cerradas con capacidad para 4 viajeros. Siendo las dimensiones de la cabina a utilizar como se muestra en la siguiente figura:



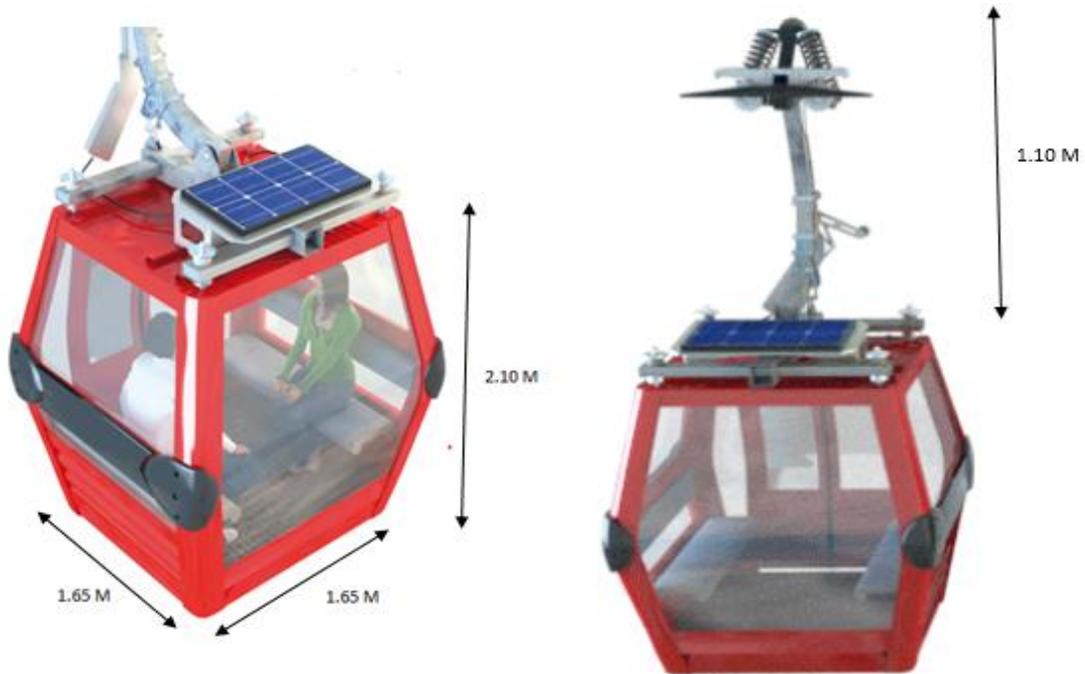
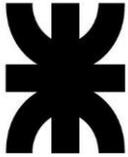


Figura 1.2 Dimensiones de cabinas

El total de cabinas en todo el sistema es de 10 para pasajeros, además se considera 5 ganchos de carga para el transporte de aladeltas y bicicletas.

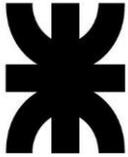
1.6.2 Carga de Cabina:

Para determinar la carga de un vehículo se tendrá en cuenta su capacidad, las condiciones climatológicas y el equipo que llevan los viajeros. Se toman valores comprendidos entre 70 y 100 kilogramos para el peso medio de un viajero.

1.7 CABLE TRACTOR:

Se utilizará para este teleférico, un sistema monocables el cual está constituido por un solo cable llamado transportador (o portante-tractor), cerrado en anillo, que se mueve en la estación de partida por una polea accionada por un cabrestante motor, y contrapeso en la estación terminal. Este cable sostiene y arrastra los vehículos, sujetos a él mediante mordazas, cuyo cierre es temporal con dispositivo automático. La unión es temporal, los vehículos, por estar el cable en continuo movimiento, se acoplan y desacoplan de él en las estaciones por medio de mordazas de cierre o sistemas de enganche que funcionan automáticamente. Estos sistemas se caracterizan por tener vanos reducidos, lo que con lleva un gran número de torres.





1.8 LONGITUD DEL SISTEMA:

La longitud total que tendrá el teleférico, se lo determinó considerando el sistema a plena carga utilizando la siguiente formula:

$$L = (1 + \frac{8 Yc^2}{3S^2})\sqrt{(s^2 + h^2)}$$

Cabe destacar que la longitud obtenida, representa los tramos en ascenso y descensos, a estos además se le suma, la longitud que representa el recorrido del cable dentro de la estación. Dicho recorrido estará en función principalmente, del diámetro de la polea o rueda motriz, que en estas instancias se predetermina un diámetro de 4 metros. A continuación, se presentan las tablas con la longitud definitiva del sistema.

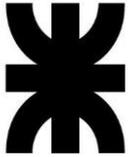
LONGITUD DEL SISTEMA A PLENA CARGA				
Tramo	S	H	Yc	L
A	150	39,85	5,97	156,21
B	75	34,65	2,98	83,62
C	75	12,75	2,98	77,08
D	150	14,3	5,97	151,68
E	100	50,15	3,98	112,87
F	150	91,85	5,97	176,89
G	150	58,55	5,97	162,03
H	75	47,15	2,98	89,59
I	75	44,3	2,98	88,11
J	75	54,3	2,98	93,60
K	70	36,5	2,98	79,95
Long. Acenso				1271,6

Tabla 1.6 Longitud en ascenso

LONGITUD TOTAL DEL SISTEMA	
Ascenso	1271,6
Descenso	1271,6
Retiro	32,00
Estacion	56,00
Long. total	2631,27

Tabla 1.7 Longitud total





1.9. SEGURIDAD DEL SISTEMA

1.9.1. Equipos:

Los equipos que constituyen el sistema teleférico, como motores, reductores, sistemas de transmisión, contarán con las protecciones físicas que vienen proporcionados por parte del fabricante.

1.9.2 Control:

El sistema de control del teleférico es hidráulico, el cual es seleccionado por su facilidad de manejo. En caso de falla del motor del sistema de potencia se contempla la puesta en marcha de un motor emergente a Diesel, cuyo cambio se lo realiza en unos cinco minutos y es de forma mecánica. Todo el control y los circuitos de seguridad tendrán fácil acceso. La sala de monitoreo está ubicada en la estación de salida, diseñada de tal manera que se pueda visualizar la trayectoria del sistema, en ella se encontraran los controles de funcionamiento.

1.9.3 Límites de la tensión en el cable tractor:

Se proporcionará un sistema de seguridad para controlar funcionamiento del cable tractor, el cual se detendrá automáticamente si la tensión en el mismo es superior a 1,4 veces la tensión máxima permisible diseñado bajo la condición del peor caso de carga operativa.

Está contemplada una indicación de descarrilamiento y/o mala alineación de las poleas, en ese momento se activa por medio de un interruptor la parada emergente hasta corregir el daño.

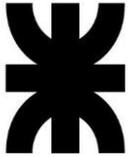
1.9.4 Parada de emergencia:

Se proveerán las cabinas de dos pulsadores de pánico usados en caso de que exista alguna emergencia en las estaciones de salida o de llegada. Estos pulsadores son accionados por los operadores para detener automáticamente el movimiento del teleférico hasta solventar la emergencia, luego de lo cual fácilmente el sistema vuelve a la normalidad.

1.9.5 Condiciones climáticas:

El sistema está diseñado para soportar vientos, pero este sistema está dotado de elementos que permiten la detención del funcionamiento en caso de advertencia de condiciones no favorables y se evacuará de forma rápida a los usuarios del mismo.





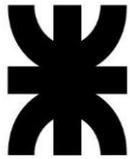
1.10 ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA TELEFERICO:

En base a los principales parámetros de diseño analizados se tienen las siguientes especificaciones del sistema:

Parámetros	Descripción
Emplazamiento	Trazado – perfil longitudinal
Distancia mínima al Suelo	2m
Distancia máxima al suelo	25m
Velocidad de funcionamiento	4 m/s
Dimensiones de la cabina	0,25 m ² / persona
Carga de la cabina	100 kg/ persona
Capacidad de cabinas	4 personas
Cable tractor	Monocables
Longitud total de la línea	2600m
Tiempo estimado de viaje	13 minutos

Tabla 1.10 Parámetros de diseño





CAPITULO DOS

CANTIDAD Y SEPARACIÓN DE CABINAS

2.1 CABINAS

Para este proyecto se ha optado por cabinas con capacidad para **4 personas**, ya que éstas logran una mejor relación entre costo, facilidad de operación y ajuste a las variaciones de la demanda.

Las cabinas para este tipo de teleférico constan de, un sistema de enganche que se sujeta al cable tractor, un sistema de acople y desacople y un brazo que vincula el soporte al cable con la cabina.

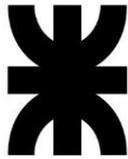
Las puertas estarán diseñadas de manera tal que se cuide el cierre, para eso se las dotará de elementos de seguridad que imposibiliten su apertura involuntaria. En este tipo de instalación, se proveerá de un dispositivo que impida el arranque si no están cerradas las puertas. Los vehículos estarán dotados de cristales de seguridad y ventilación necesaria para los pasajeros. Por razones de rescate y seguridad los proveedores recomiendan una distancia mínima del suelo de 2 m.

Las cabinas se equiparán con el material necesario para el caso de emergencia acorde con las características de la propia instalación, tales como útiles de evacuación, señales, iluminación de socorro, botiquín de emergencia, etc.



Figura 2.1. Cabina desembragable





2.2 CÁLCULO PARA OBTENER LA CANTIDAD DE CABINAS DEL SISTEMA.

Para calcular la cantidad de cabinas que se utilizarán en el sistema, Se definen los siguientes parámetros:

- Largo aproximado del recorrido del sistema = **2631,27 (m)(ida y vuelta)**
- Velocidad cable transportador = **4 (m/s)**.
- Capacidad de cabinas = **4 persona**.
- Demanda horaria de personas esperada D= **200 persona/h**

Primero se calcula el tiempo en que una cabina demora en completar el recorrido completo, esto incluye la subida de pasajeros en la estación inferior, más el ascenso de la cabina desde la estación inferior a la estación superior, más el tiempo en desembarcar la cabina en la estación superior.

Luego se realiza el mismo cálculo para el descenso desde la estación superior a la inferior tomando en cuenta el nuevo embarque y desembarque de pasajeros en cada estación.

2.3 CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN

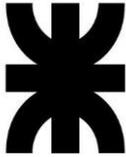
Los tiempos que se muestran a continuación son los tiempos mínimos de ejecución, ya que al ser cabinas desembragables pueden realizarse los embarques y desembarques en mayor tiempo, pero para la razón de cálculos se debe estimar los tiempos mínimos entre la salida de cada cabina para representar el peor de los casos en funcionamiento.

- Tiempo aproximado de embarque $t_e = 30$ (s)
- Tiempo aproximado de desembarque $t_d = 30$ (s)
- Tiempo aproximado de frenado y aceleración $t_f = 60$ (s)

Tiempo de viaje cabina de estación a estación:

$$T = \frac{L}{V} = \frac{2631,27}{4} = 657,81 \text{ [s]}$$





A la suma de todos estos tiempos anteriores le asignaremos T_r = tiempo de régimen.

$$\begin{aligned}T_r &= t_e + t_d + t_f + T \\T_r &= 30 + 30 + 60 + 657,81 \\T_r &= 777,81 \text{ [s]}\end{aligned}$$

En resumen, el tiempo aproximado en el que una cabina realiza el **recorrido de todo el sistema es 777,81 segundo o aproximado 12,9 minuto.**

$$\text{N}^\circ \text{ De recorrido en una hora} = N^\circ r = \frac{60 \text{ minutos}}{T_r} = \frac{60}{12,9} = 4,75 \approx 5$$

Por lo que en una hora esta cabina realizará **5 recorridos ida y vuelta.**

Para obtener el número de cabinas necesarias en el proyecto, habiendo estimado una demanda horaria de pasajeros de 200 **persona por horas** se realiza el siguiente cálculo para conocer la cantidad de cabinas, que en funcionamiento continuo necesitará el sistema de teleférico.

$$\text{N}^\circ \text{ De cabinas} = \frac{D}{P * N^\circ r} = \frac{200 \text{ personas / hora}}{4 \frac{\text{personas}}{\text{cabina}} \times 5 \frac{\text{recorrido}}{\text{hora}}} = 10 \text{ Cabinas}$$

2.4 CÁLCULO PARA DETERMINAR LA DISTANCIA MÍNIMA ENTRE CABINAS.

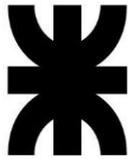
Se definirá la distancia en metros que cada cabina debe distanciarse de la otra.

$$\text{Distancia entre cabinas} = V * (T_e + \frac{1}{2} T_f) = 4\text{m/s} * (30 + \frac{1}{2} * 60) = 240 \text{ m}$$

Sin embargo, la distancia obtenida entre cabinas es la mínima, pero a fin de obtener distancias homogéneas en todo el sistema, se divide la longitud total en la cantidad de cabinas, dando una distancia de **263,12 m** entre ellas.

$$\text{Distancia entre cabinas} = 263\text{m}$$





CAPÍTULO TRES

PRESELECCIÓN DE CABLE

3.1 SELECCIÓN DEL CABLE TRANSPORTADOR.

La selección correcta del cable portante posee gran importancia dentro de cualquier proyecto de teleférico, ya que éste es quien da movimiento y soporte a las cabinas. Para una correcta elección deben considerarse varios factores, los más importantes son, el peso de la cabina cargada, esfuerzo ejercido por el peso del propio cable, tensión del cable, fuerzas de frenado y aceleración.

3.2 CONSIDERACIONES GENERALES PARA EL DISEÑO DEL CABLE:

Un cable es un elemento cuyas características son, su gran longitud en relación al diámetro, peso uniforme por unidad de longitud (diámetro constante), gran flexibilidad, por lo que se puede suponer sin rigidez en flexión, como consecuencia de lo anterior, se concluye que los cables, solamente pueden trabajar en tensión y la línea de acción de la fuerza de tensión en el cable, lógicamente es tangente a la curva del mismo.

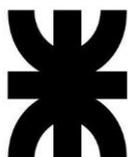
Por tratarse de una instalación monocable no es necesario considerar los efectos producidos por la fuerza de frenado y aceleración ya que estos se producen dentro de las estaciones y no directamente en el cable.

Por recomendaciones de la Organización internacional de los transportes por cable (OITAF), y pliegos de especificaciones técnicas del ministerio de Fomento España, se estimó el peso por **persona de 100 (kg)**. Tomando en cuenta que la cabina debe ser de metal estructural para que soporte la carga que le será aplicada, se estimó el peso de la misma en **500 (kg)** con capacidad para **4 personas**.

A continuación, se realiza una aproximación de las cargas que debe soportar el cable portante tractor para escoger el cable que se utilizara en el sistema de teleférico.

Este cálculo se realiza para escoger un cable flexible **SOLITEC** de los catálogos de **TEUFELBERGER**,





proveedores de cables para teleféricos y poder utilizar las propiedades de cables según sus catálogos, para calcular la tensión real que este soportará, primero de su propio peso y luego con las cargas puntuales (cabinas).

Peso estimado por persona según recomendación OITAF	100	kg
Peso estima cabina vacias	500	kg
N° de pasajeros por cabina	4	
Peso de cabina a maxima capacidad	900	kg
Numero de cabinas del sistema	10	
Carga total del sistema teleferico	9000	kg

Tabla 3..1 – Calculo de carga sin considerar peso de cable

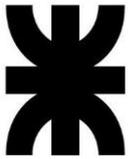
Por recomendación del pliego de especificaciones tecnicas, el cual sugiere que la carga efectiva de rotura del cable portante-trayente debe ser al menos **4 veces mayor que la carga máxima soportada por el sistema en condiciones desfavorables.**

APLICACIÓN	FACTOR
Tirantes de cable o torones (trabajo estático)	3 a 4
Cables principales para puentes colgantes	3 a 3,5
Cables de suspensión (péndulo para puentes colgantes)	3,5 a 4
Cables carril para teleféricos y andariveles	3 a 4
Cables de tracción para teleféricos y andariveles	4 a 6
Cables de arrastre para sky	5 a 5,5
Cada cable de operación de una grúa almeja	4 a 5
Palas mecánicas – excavadoras	5
Cable de arrastre en minas	4 a 5
Cables de izaje en minas (vertical e inclinado)	7 a 8
Grúas tecles y polipastos industriales	6 (mínimo)
Grúas - tipo puente, portal, pluma, derrick, etc.	6 (mínimo)
Ascensores - elevadores - para personal	12 a 15
Ascensores - elevadores - para material y equipos	7 a 10
Grúas con crisoles calientes de fundición	8 (mínimo)
Cables no rotatorios, antigiratorios, etc.	10 (mínimo)

Tabla 3.2 – Calculo de carga sin considerar peso de cable

Este factor debe ser multiplicado por la carga total estimada del sistema para obtener el valor de carga máximo incluyendo el factor de seguridad. Por lo tanto el valor de la carga del sistema incluyendo el factor de seguridad será: **352.8 (kN).**





3.3 PRESELECCIÓN DEL CABLE A EMPLEAR:

De la página web de TEUFELBERGER se obtuvo el catálogo de los diferentes cables, en el mismo se encuentran cables de todo tipo según la aplicación, como así también especifica el diámetro, carga de rotura mínima garantizada y el peso lineal del cable

Cables según campo de aplicación

Cables	PP 6L (5 – 32 mm)	SOLITEC® 6L (23 – 56 mm)	SOLITEC® 8L (25 – 45 mm)	QS816V (10 – 48 mm)	NOROTEC™ MT 91 (20 – 70 mm)	NOROTEC™ MT 83 (30 – 57 mm)	HVS (19 – 60 mm)	STRESSLESS 22-6Z (DATA) (51 – 110 mm) ¹ (19 – 60 mm) ²
Aplicaciones								
Telesquí	☐							
Teleférico monocable de circuito continuo		☐						
Teleférico monocable de circuito continuo, acopable		☐						
Teleférico multicable de circuito continuo		■	■					■
Teleférico de vaivén		■						■
Funicular		■	■					■
Teleférico para material		■						■
Grúa de cable				■	■			■
Minería / Minería subterránea		■	■	■	■	■	■	■ ■

☐ Cable tractor-portador ■ Cable tractor / Cable de desplazamiento ■ Cable portador
■ Cable elevador ■ Cable guía ■ Cable de transporte

¹ Teleférico de pasajeros

² En minería

Tabla 3.3 – Cables según su campo de aplicación



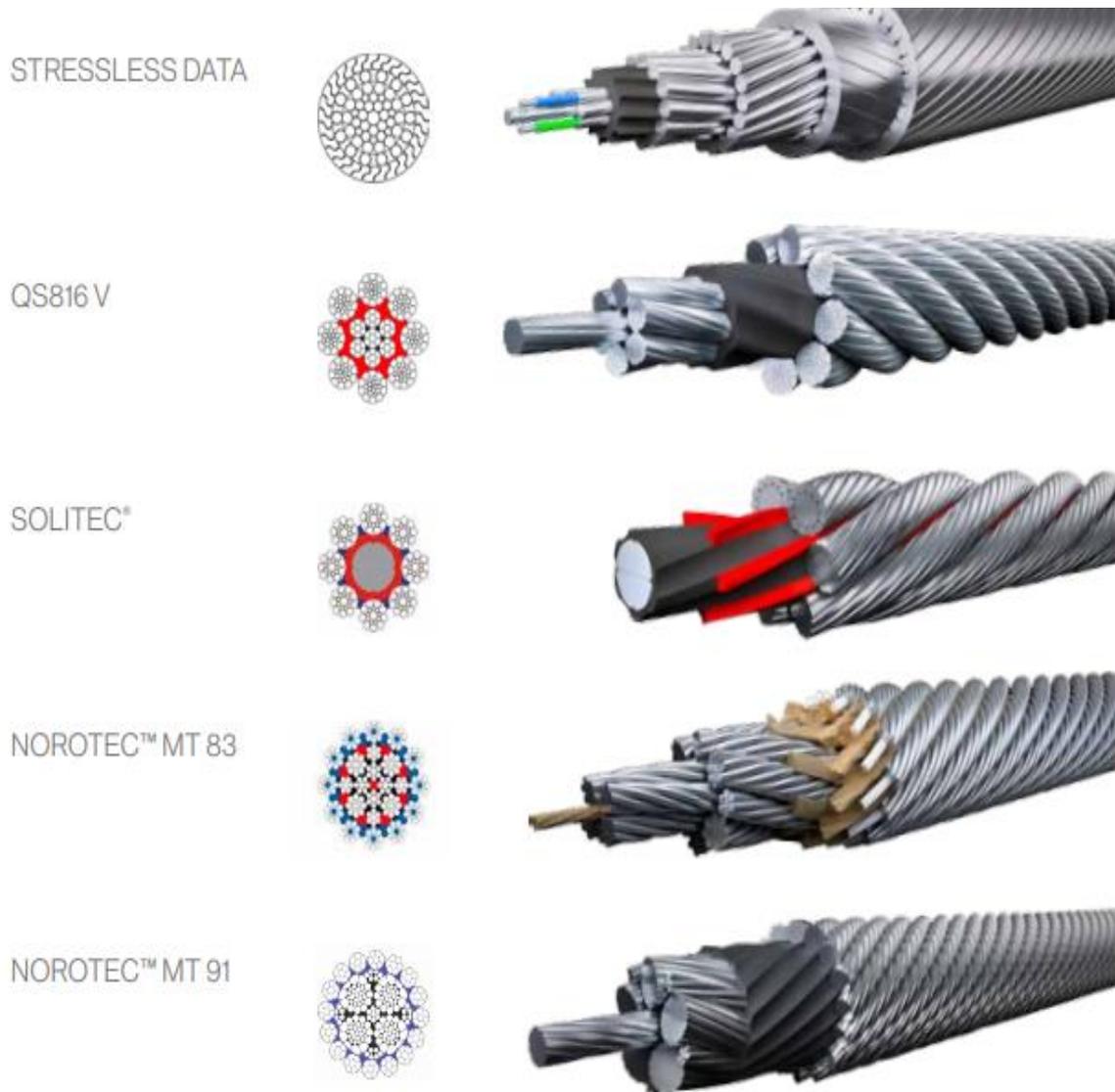


Figura 3.1 – Tipos de cables

Según tabla 3.3, el tipo de cable que se empleará es SOLITEC 6L, dado que reúne las características necesarias para la instalación del teleférico del tipo monocables. A continuación, se muestra en la figura 3.1 el tipo de cable seleccionado.



Figura 3.2 – Cable para teleférico monocables

Este tipo de cables están trenzados con perfiles de soporte preformados entre los cables. Esto crea una distribución perfectamente uniforme entre los hilos y no permite que los hilos se toquen entre sí, evitando así permanentemente la corrosión y la rotura del cable y dando como resultado una vida útil más larga en comparación con los cables estándar.

Los perfiles de soporte de plástico trapezoidales que amortiguan las vibraciones también se utilizan en toda la zona de empalme. Esto asegura una calidad constante sin puntos débiles a lo largo de la cuerda. Además, los perfiles de soporte se deslizan fácilmente sobre la superficie del núcleo del compuesto de plástico, lo que ayuda a aumentar la vida útil del cable.

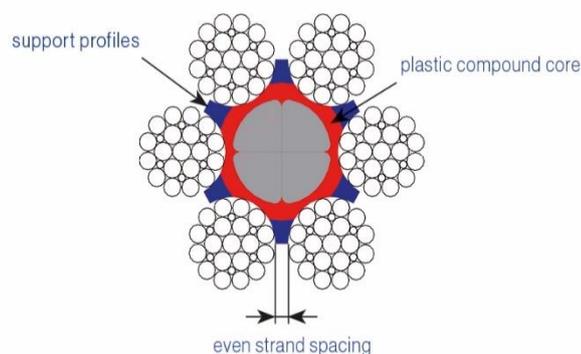
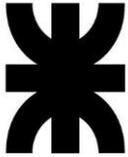


Figura 3.3 - sección transversal del cable

Este tipo de cable seleccionado, contiene un núcleo compuesto de plástico como muestra la figura 3.2. Este núcleo de fibra está trenzado y engrasado y recubierto con una capa sintética compacta, que proporciona una redondez perfecta del inserto al tiempo que garantiza una resistencia suprema a las



fuerzas de tracción. Por lo tanto, no puede rasgarse ni romperse. Durante el proceso de trenzado, las hebras frías se presionan en el inserto de plástico.

El dimensionado preciso de los perfiles de soporte trapezoidales ayuda a lograr un nivel extremadamente alto de consistencia del producto. Los perfiles llenan completamente todos los espacios disponibles entre las hebras. Esto asegura características de funcionamiento de baja vibración y ruido minimizado.

Sus beneficios:

- Excelente longevidad
- Alargamiento muy bajo
- Geometría de cuerda perfectamente redonda
- Núcleo compuesto de plástico a prueba de roturas
- Núcleo de fibra permanentemente engrasado sin fugas de grasa
- Alta estabilidad dimensional bajo presión lateral.

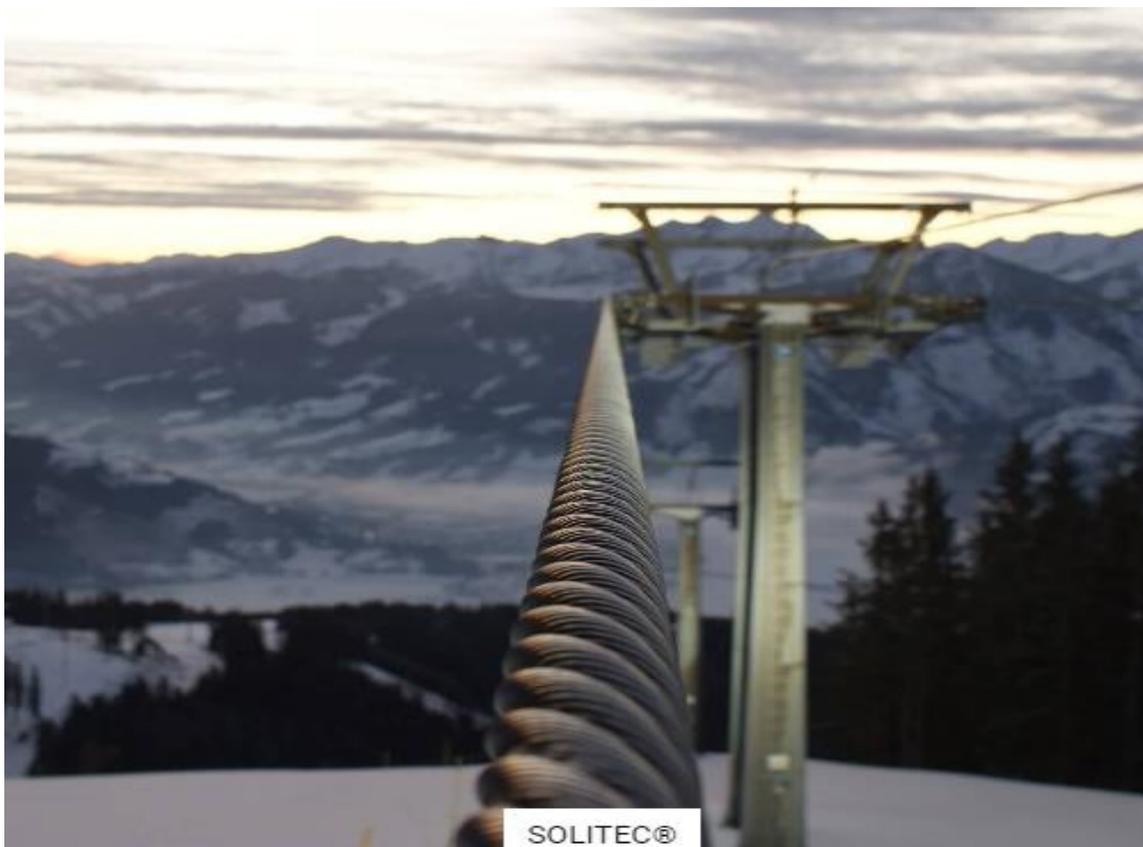
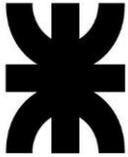


Figura 3.4 – Cable Solitec





Con las características entregadas por el catálogo SOLITEC, se realiza la primera elección del cable, con las cargas obtenidas en la tabla 3.3 incluyendo el factor de seguridad.

Como anteriormente no se consideró el peso del cable, se escoge un cable con carga de ruptura mayor a la que se obtuvo en el cálculo anterior 352.8 (kN), para recalcular nuevamente las cargas del sistema, ahora considerando el peso lineal del cable multiplicado por su longitud total.

Se debe tener presente que esta es solo una aproximación necesaria para conocer que diámetro de cable utilizar y sus principales características como son su carga de rotura mínima y su peso lineal, y de esta forma incluirlos en los cálculos posteriores y así definir de manera precisa la elección del cable que soporte las condiciones más desfavorables en el sistema de teleférico.

Se procede a probar distintos diámetros de cable con sus respectivas características, considerando que el cálculo anterior de las cargas que soportara el cable no son precisas y son menores a las cargas reales que deberá soportar, se consideró un sobredimensionamiento de éste, para acercarnos a un valor más real.

A continuación se muestra la tabla de la cual se seleccionó el cable :

Especificaciones

- Clase de construcción: Alma SOLITEC® + 8 (1-9-9) SUPERFILL®
- Torsión Lang, torsión a la derecha o a la izquierda, alambres brillantes o galvanizados
- Referencias normativas: DIN 21254 y EN 12385, parte 6, respectivamente

- ✓ ENROLLADO MULTILAYER®
- ✓ SUPERFILL®
- ✓ PLASTIFILL®

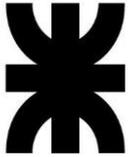
Datos técnicos

Ø nominal		Peso		Carga mínima de rotura con una resistencia por tracción de					
mm	pulgadas	kg/m	lbs/pie	1770 N/mm ²		1860 N/mm ²		2060 N/mm ²	
				kN	lbs	kN	lbs	kN	lbs
25	1	2,28	1,53	365	81.956	403	90.643	424	95.364
26		2,46	1,66	394	88.566	436	98.008	459	103.106
27		2,66	1,79	425	95.553	471	105.939	495	111.226
28		2,87	1,93	459	103.295	509	114.437	535	120.291
29	1 ¼	3,08	2,07	492	110.660	545	122.557	573	128.789
30		3,27	2,20	523	117.647	580	130.299	609	136.909
31		3,51	2,36	560	125.956	621	139.552	653	146.728
32	1 ½	3,72	2,50	595	133.698	659	148.050	692	155.604
33		3,96	2,66	633	142.385	701	157.681	738	165.801
34		4,21	2,83	674	151.449	746	167.689	784	176.187
35	1 ¾	4,46	3,00	714	160.514	790	177.698	831	186.762
36		4,73	3,18	757	170.144	838	188.462	881	198.093
37		4,99	3,36	798	179.398	885	198.848	929	208.856
38	1 ¾	5,27	3,54	843	189.595	933	209.801	981	220.565
39		5,51	3,74	890	199.999	984	221.999	1.035	232.159
40		5,86	3,94	937	210.556	1.037	233.217	1.090	245.114

Otros diámetros disponibles a petición. Las especificaciones técnicas están sujetas a cambios. *A petición

Tabla 3.4 – Especificaciones de cable tractor





De tabla se seleccionó un cable con diámetro nominal de $\varnothing 40\text{mm}$, con carga mínima de rotura de **1037kn**, y peso lineal de **5.86 Kg/m**.

Considerando estas especificaciones para el cable se recalcula, y se verifica que la carga total del sistema sea menor a la de rotura.

Peso estimado por persona según recomendación OITAF	100	kg
Peso estima cabina vacias	500	kg
N° de pasajeros por cabina	4	
Peso de cabina a maxima capacidad	900	kg
Numero de cabinas del sistema	10	
Carga total del sistema teleferico	9000	kg
Longitud total de cable	2582,93	m
peso por metro de cable	5,86	kg/m
Peso total del cable	15135,9698	kg
Peso de cable + cabinas	24135,9698	kg

Tabla 3.5 – Cálculo de cargas considerando peso de cable

Peso total de cable + cabinas = 24135,96 kg = 236532.40 N = **236.53 KN**

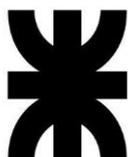
Considerando factor de seguridad = 4 * 236.53Kn = **946.12 kN**

El cable seleccionado cumple con los requisitos de carga de rotura mínimo.

Carga total del sistema < Carga de ruptura mínima

$$946.12 \text{ (kN)} < 1037 \text{ (kN)}$$





CAPÍTULO CUATRO

MODELACIÓN DE CABLE

4.1 CONSIDERACIONES GENERALES

En el diseño de cables se tomarán en cuenta los siguientes aspectos al momento de dimensionar el tipo de cable que se va a utilizar en la construcción del teleférico:

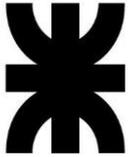
- **Factores de seguridad:** Según las recomendaciones internacionales, por su funcionamiento mecánico, los factores de seguridad que se aplican a estos sistemas oscilan entre **4 -6**, adoptándose para este proyecto **FS= 4**.

APLICACIÓN	FACTOR
Tirantes de cable o torones (trabajo estático)	3 a 4
Cables principales para puentes colgantes	3 a 3,5
Cables de suspensión (péndulo para puentes colgantes)	3,5 a 4
Cables carril para teleféricos y andariveles	3 a 4
Cables de tracción para teleféricos y andariveles	4 a 6
Cables de arrastre para sky	5 a 5,5
Cada cable de operación de una grúa almeja	4 a 5
Palas mecánicas – excavadoras	5
Cable de arrastre en minas	4 a 5
Cables de izaje en minas (vertical e inclinado)	7 a 8
Grúas tecles y polipastos industriales	6 (mínimo)
Grúas - tipo puente, portal, pluma, derrick, etc.	6 (mínimo)
Ascensores - elevadores - para personal	12 a 15
Ascensores - elevadores - para material y equipos	7 a 10
Grúas con crisoles calientes de fundición	8 (mínimo)
Cables no rotatorios, antigiratorios, etc.	10 (mínimo)

Tabla 12.1 – Factores de seguridad recomendados

Fuente: www.incamet.com.ar/manual/menú.htm





- En la estructura del teleférico se tuvo en cuenta para el análisis, Cargas distribuidas y cargas puntuales. Las cargas distribuidas a tener en cuenta serán las que corresponde al peso propio del cable tractor en cada tramo, y las puntuales serán las debidas a peso de ocupantes y cabinas.
- Se considerará las condiciones topográficas, geológicas, climáticas y de funcionamiento, para trazar los lineamientos que serán los que guíen la fase de diseño. Por ello debido a las condiciones del terreno se procede a diseñar para el tramo crítico, siendo este el **tramo F** el cual tiene una luz de 150m y una altura de 91.8 m.
- Para evitar que el cable trabaje a fatiga se coloca un contrapeso, que en este caso se ubica en la estación de llegada, de manera que cuando las personas asciendan y desciendan en el teleférico la carga que estas generan en el cable no aumente ni disminuya la tensión de trabajo, sino que solo se produzca un desplazamiento del contrapeso, manteniéndose siempre la misma tensión.
- Para disminuir los efectos debido al aplastamiento se selecciona un cable con alma de plástico como el descrito en el capítulo 2, ya que éste da mayor soporte a los cordones e impide su deformación. Se selecciona este tipo de alma considerando que también es importante la resistencia a la tracción.

4.2 MODELACIÓN DEL CABLE:

La modelación del sistema teleférico que se tomó, representa de forma más precisa el trabajo del cable en las condiciones de carga y de apoyo dadas. Para obtener la tensión real que el sistema debe soportar en las peores condiciones, se realizan cálculos para obtener la curva que adopta el cable portante-tractor entre cada torre de soporte. Esta curva se denomina catenaria, es un modelo matemático usado para representar la curva que forma un cable suspendido libremente entre dos apoyos, bajo la acción de su propio peso.

El cálculo de catenarias viene definido para dos condiciones que puede presentar este modelo, que son, torres de soporte a diferente altura y torres de soporte a la misma altura.

Considerando las condiciones topográficas del terreno, se modela con extremos desnivelados y carga centrada en el centro de la luz. Se considera este como el caso más crítico con el fin de garantizar la seguridad del sistema. La modelación del cable, para el análisis y cálculo, será como se muestra a continuación:



4.2.1 Caso. Cable con carga distribuida y apoyo a desnivel:

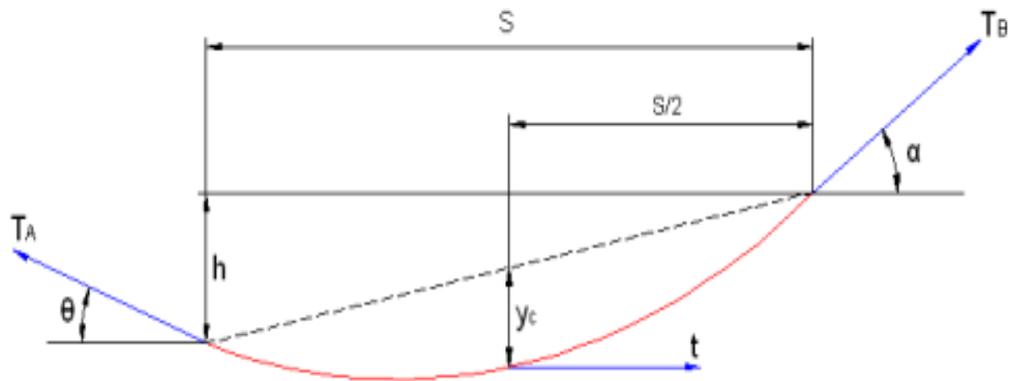


Figura 4.1 – Esquema para cálculo de catenaria

Donde:

t = tensión horizontal del cable (N)

T_A = tensión en el apoyo izquierdo del cable (N)

T_B = tensión en el apoyo derecho del cable (N)

θ = ángulo que forma la tensión izquierda del cable (rad)

α = ángulo que forma la tensión derecha del cable (rad)

L = longitud del cable (m)

W = Carga distribuida en el cable, incluye peso propio del cable y carga de viento. (N/m)

S = Luz entre apoyos del cable (m)

h = diferencia de altura entre apoyos de cable (m)

Y_c = flecha en el punto medio de la luz que forma el cable(m)

Fuente: Megson, T. Structural and stress Analysis; Ed By H; Londres pg. 101-116; Tesis diseño de teleférico turístico pag. 88-91

4.2.2 Caso. Cable con carga concentrada en el centro de la luz y apoyo a desnivel:

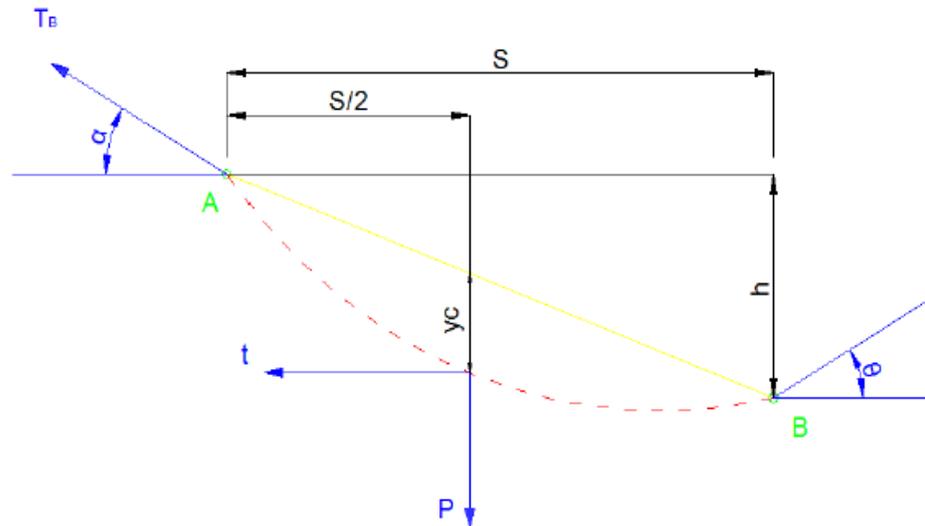


Figura 4.2 – Esquema para cálculo de catenaria

Donde:

t = tensión horizontal del cable (N)

T_A = tensión en el apoyo izquierdo del cable (N)

T_B = tensión en el apoyo derecho del cable (N)

θ = ángulo que forma la tensión izquierda del cable (rad)

α = ángulo que forma la tensión derecha del cable (rad)

L = longitud del cable (m)

P = Carga concentrada que actúa sobre el cable (kg)

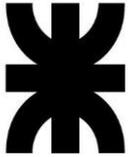
W = Carga distribuida en el cable, incluye peso propio del cable y carga de viento. (N/m)

S = Luz entre apoyos del cable (m)

h = diferencia de altura entre apoyos de cable (m)

Y_c = flecha en el punto medio de la luz que forma el cable(m)

Fuente: Megson, T. Structural and stress Analysis; Ed By H; Londres pg. 101-116; Tesis diseño de teleférico turístico pag. 88-91



4.3 ANÁLISIS ESTÁTICO DEL CABLE:

El análisis se hace asumiendo las siguientes características de la instalación:

- Flecha e inclinación del cable tensado por un contrapeso en el extremo.
- La carga se supone aplicada en el centro del tramo.
- Flecha máxima, en función de la distancia mínima a suelo.
- El peso del cable se toma como una carga distribuida uniformemente repartida en toda su longitud.
- Un cable por ser una estructura flexible, al suspenderlo, forma una curva la cual se asume como una parábola.

4.3.1 flecha máxima (fmax):

La característica principal de la curva es que en el punto medio se encuentra su mayor deflexión a la cual se le denomina flecha máxima (Fmax).

Recomendación:

$$\frac{L}{20} \leq F_{max} \leq \frac{L}{30}$$

Donde L es la longitud horizontal.

Se realizó el análisis en el punto medio $x = L/2$, en donde la flecha es máxima, ésta se calculó con la siguiente fórmula:

$$F_{max} = \frac{pL}{4H} + \frac{g_t L^2}{8 \cos \alpha H} \quad (\text{EC. 4.1})$$

Donde:

Fmax: Flecha en la función de la posición x (m).

P: Peso total (carga y peso del vehículo). (Kg)

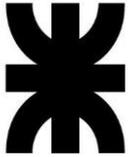
L: Longitud horizontal entre puntos de apoyo. (m)

H: Tensión horizontal en cualquier punto del cable. (Kg)

Gt: Peso por unidad de longitud del cable. (Kg/m)

α Pendiente de la cuerda que une los puntos de apoyo del cable (grados)





La fórmula se divide en:

- Flecha que se produce por el efecto de peso de carga de cabina y personas.
- Flecha que se produce por el efecto del peso propio del cable

4.3.2 Formulas empleadas para el calculo

Siguiendo la topografía del terreno, se modelará la catenaria con apoyos a distintas alturas, de modo que las fórmulas que se emplearán serán las siguientes:

Tensión horizontal del cable (t):

$$t = \frac{S(2P+WS)}{8Yc} \quad (\text{EC. 4.2})$$

Tensión en los apoyos:

$$TA = \frac{t}{\cos\phi} \quad (\text{EC. 4.3})$$

$$TB = \frac{t}{\cos\alpha} \quad (\text{EC. 4.4})$$

Ángulos que forman las tensiones con el eje horizontal:

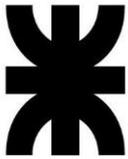
$$\tan\theta = \frac{P+WS}{2t} - \frac{h}{S} \quad (\text{EC. 4.5})$$

$$\tan\alpha = \frac{P+WS}{2t} + \frac{h}{S} \quad (\text{EC. 4.6})$$

Longitud del cable:

$$L = \left(1 + \frac{8Yc^2}{3S^2}\right)\sqrt{(s^2 + h^2)} \quad (\text{EC. 4.7})$$





4.4 DETERMINACIÓN DE LOS TRAMOS EXISTENTES EN EL TELEFÉRICO

Para el análisis de cada una de las tensiones presentes, se procede a dividir cada tramo de la siguiente manera:

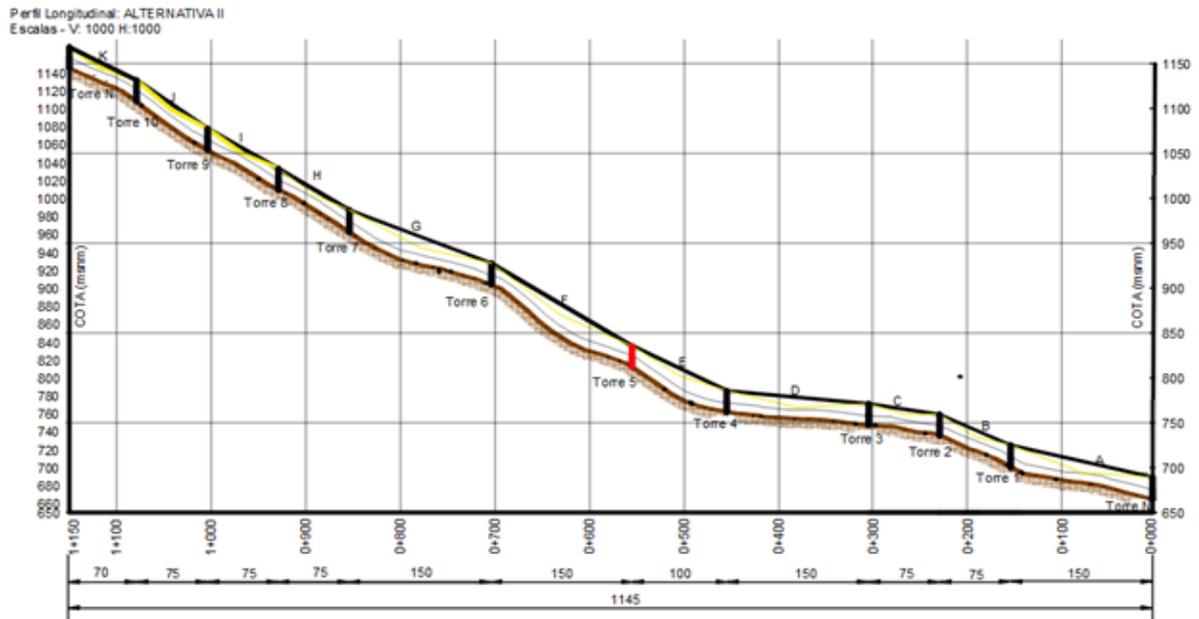


Figura 4.3 Perfil de distribución de torres

En el presente perfil se demarca con color rojo la torre que corresponde al **tramo de mayor criticidad** tramo E-F, Por lo tanto se verificará la **torre 5**, procediéndose al análisis del mismo.

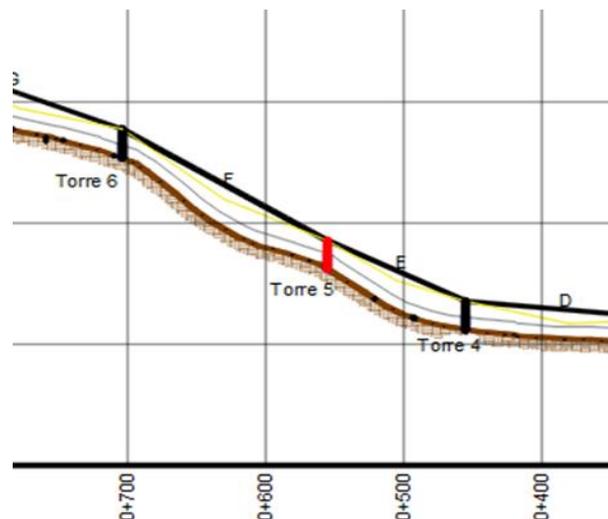
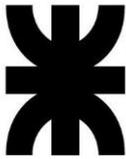


Figura 4.4 Tramo crítico





4.5 DETERMINACIÓN DE LAS LUCES Y ALTURAS DE LOS TRAMOS

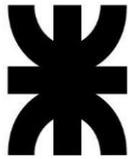
Basándose en la trayectoria del teleférico y estableciendo un sistema de coordenadas adecuado (el origen está **torre de nivelación de salida**), se tiene la siguiente tabla:

Tramo	punto	X	Y
A	TN	150	39,85
	T1a		
B	T1b	75	34,65
	T2a		
C	T2b	75	12,75
	T3a		
D	T3b	150	14,3
	T4a		
E	T4b	100	50,15
	T5a		
F	T5b	150	91,85
	T6a		
G	T6b	150	58,55
	T7a		
H	T7b	75	47,15
	T8a		
I	T8b	75	44,3
	T9a		
J	T9b	75	54,3
	T10a		
K	T10b	70	36,5
	TN		

Tabla 4.1 coordenadas de tramos

Para determinar el valor de y_c , primero se determina la longitud Δ considerando como si el cable estuviera totalmente tensionado, luego el valor de la flecha es aproximadamente de 4 a 6 % esta longitud. Utilizando la ecuación 4.7 se determina la longitud total del sistema, sumando el perímetro que recorren en la rueda motriz, para posteriormente dividir dicha longitud para el número de sillas que utilizará en el teleférico.





12.6 LONGITUD DEL CABLE:

$$L = \left(1 + \frac{8Yc^2}{3S^2}\right)\sqrt{S^2 + h^2}$$

Se determina las longitudes de todos los tramos según la tabla **tabla 4.2**

LONGITUD DEL SISTEMA A PLENA CARGA				
Tramo	S	H	Yc	L
A	150	39,85	5,97	156,21
B	75	34,65	2,98	83,62
C	75	12,75	2,98	77,08
D	150	14,3	5,97	151,68
E	100	50,15	3,98	112,87
F	150	91,85	5,97	176,89
G	150	58,55	5,97	162,03
H	75	47,15	2,98	89,59
I	75	44,3	2,98	88,11
J	75	54,3	2,98	93,60
K	70	36,5	2,98	79,95
Long. Acenso				1271,6

Tabla 4.2 Longitud de ascenso

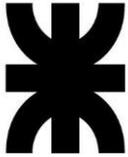
Por lo tanto, la longitud total del cable queda determinado de la siguiente manera:

LONGITUD TOTAL DEL SISTEMA	
Ascenso	1271,6
Descenso	1271,6
Retiro	32,00
Estacion	56,00
Long. total	2631,27

Tabla 4.3 Longitud total del sistema

Long. total de cable = 2631,27m





4.7 DETERMINACIÓN DE CARGAS ACTUANTES EN EL CABLE

4.7.1 Cargas de viento

A los fines de considerar la carga por acción del viento sobre los cables se aplicará la siguiente fórmula:

- Para vanos de hasta 200 m :

$$W_w = 0,75 \times C \times P_w \times d \times a \quad (\text{EC. 4.1})$$

- Para vanos mayores de 200 m :

$$W_w = 0,75 \times C \times P_w \times d \times (80 + 0,6 a) \quad (\text{EC. 4.2})$$

Donde:

W_w : Carga de viento [Kg]

C: Coeficiente Aerodinámico

P_w : Presión del viento [kg/m^2]

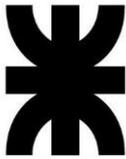
d : Diámetro del cable [m]

a: Luz del trayecto [m]

4.7.1.1 Diámetro de cable:

El diámetro del cable como sus especificaciones, serán según Capítulo 3. Se adoptó cable de **40 mm de diámetro nominal**, con un peso aproximado de **5.86 kg/m** y con carga mínima de **rotura de 1037kn**.





4.7.1.2 Coeficiente aerodinámico:

Para el cálculo se seleccionará el coeficiente aerodinámico de la siguiente tabla:

Diámetro del Cable, en mm	C
d = 12,5	1,2
12,5 < d < 15,8	1,1
d > 15,8	1,0
Cables de sección no circular	1,3

Tabla 4.4 coeficientes aerodinámicos

Fuente: <http://www.dpe.gba.gov.ar/energiaelectrica/anexo01.php>

4.7.1.3 Presión del viento:

Se determina con la siguiente formula:

$$P_w = \frac{V_w^2}{16} \quad (\text{EC. 4.3})$$

Siendo:

V_w : velocidad del viento [m/s]

4.7.1.4 Velocidad del viento:

La velocidad del viento en la Ciudad de La Rioja, durante el año, según el servicio meteorológico es el que se muestra en la siguiente tabla:

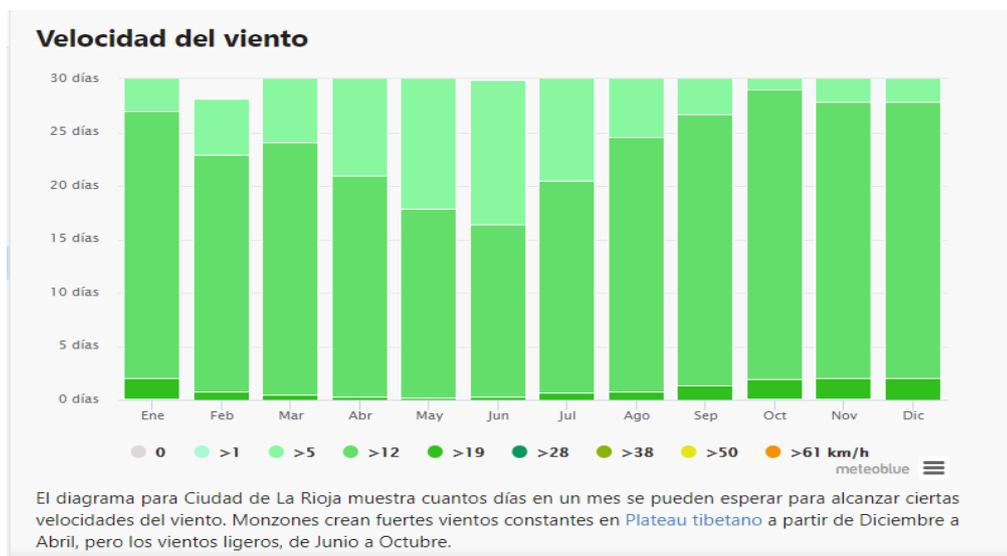
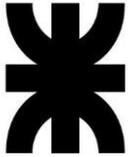


Figura 4.5 Velocidad del viento





Sin embargo, Además se realizó un análisis en la zona de intervención, considerando las velocidades que se manejan para realizar los deportes aéreos (Parapentes y Aladeltas) y se contactó mediante la **Escuela de Vuelo Aguila blanca**, que las velocidades admisibles para esas actividades son las siguientes:

Velocidades del Viento	Vuelo
$V < 5 \text{ m/s}$	Ayuda a Salir
$5 \text{ m/s} < V < 15 \text{ m/s}$	Sin problemas
$V > 25 \text{ m/s}$	Peligroso Zona

Tabla 12.5 Velocidad del viento

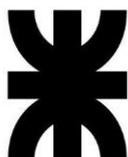
Fuente: Escuela de vuelo "Aguila Blanca" La Rioja

Por lo tanto, la velocidad máxima del viento presente para realizar las actividades aéreas es de **25m/s**, lo que corresponde a una velocidad menor a la establecida en el **reglamento CIRSOC 102** para la provincia de La Rioja. Se adaptará para el cálculo la velocidad de viento correspondiente a **44 m/s**, que me permiten abarcar todas las posibilidades de sobrecarga de viento posible.

CIUDAD	V (m/s)
BAHIA BLANCA	55,0
BARILOCHE	46,0
BUENOS AIRES	45,0
CATAMARCA	43,0
COMODORO RIVADAVIA	67,5
CORDOBA	45,0
CORRIENTES	46,0
FORMOSA	45,0
LA PLATA	46,0
LA RIOJA	44,0
MAR DEL PLATA	51,0
MENDOZA	39,0
NEUQUEN	48,0
PARANA	52,0
POSADAS	45,0
RAWSON	60,0
RESISTENCIA	45,0
RIO GALLEGOS	60,0
ROSARIO	50,0
SALTA	35,0
SANTA FE	51,0
SAN JUAN	40,0
SAN LUIS	45,0
SAN MIGUEL DE TUCUMAN	40,0
SAN SALVADOR DE JUJUY	34,0
SANTA ROSA	50,0
SANTIAGO DEL ESTERO	43,0
USHUAIA	60,0
VIEDMA	60,0

Tabla 4.6 Velocidad del viento - Reglamento CIRSOC 102





Entonces:

PRESIÓN DEL VIENTO:

$$P_w = \frac{44^2}{16}$$

$$P_w = 121 \text{ [kg/m}^2\text{]}$$

Como se tiene una luz entre vano menor a 200m, se utiliza la ecuación (EC. 4.1)

4.7.1.5 Carga del viento:

Se analiza en cada uno de los tramos del sistema, la influencia de viento sobre el cable. Para ello se elaboró la **tabla 4.7** donde muestra la carga de viento, determinando que el tramo más crítico para el análisis será el F.

Por lo tanto:

$$W_w = 0,75 \times 1 \times 121 \times 0,04 \times 150$$

$$W_w = 544.5\text{kg}$$

Tramo	Luz del trayecto	Long. De cable [m]	Pw [kg/m ²]	W cable[kg/m]	Coef. Aerod.	Coef.	Ø cable [mm]	Ww [Kg/m]	W[kg/m]
A	150	156,21	121	6	1	0,75	0,04	3,49	6,939
B	75	83,62	121	6	1	0,75	0,04	3,26	6,826
C	75	77,08	121	6	1	0,75	0,04	3,53	6,962
D	150	151,68	121	6	1	0,75	0,04	3,59	6,992
E	100	112,87	121	6	1	0,75	0,04	3,22	6,808
F	150	176,89	121	6	1	0,75	0,04	3,08	6,744
G	150	162,03	121	6	1	0,75	0,04	3,36	6,877
H	75	89,59	121	6	1	0,75	0,04	3,04	6,726
I	75	88,11	121	6	1	0,75	0,04	3,09	6,749
J	75	93,60	121	6	1	0,75	0,04	2,91	6,668
K	70	79,9	121	6	1	0,75	0,04	3,18	6,790

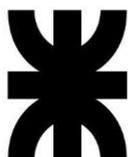
Tabla 4.7 Carga de viento en cada tramo

Ésta carga se distribuye alrededor de todo el cable, por lo cual se determina la **carga por metro** debida al viento:

$$W_w = \frac{544.5}{176,89}$$

$$W_w = 3.08 \text{ [kg/m]}$$





4.7.2 CARGAS VIVAS Y PESO MUERTO:

Para el cálculo de las tensiones presentes en cada tramo se procede a determinar parámetros funcionales como la carga que soporta el cable, sabiendo que el sistema se diseña para **Diez cabinas y Cuarenta personas**, obteniéndose los siguientes resultados:

Elemento	Cantidad	Peso [kg]	Total [kg]
Cabinas	10	500	5000
Personas	40	100	4000
Total			9000

Tabla 4.8 Carga vivas y muertas.

Teniendo en cuenta que como máximo en el sistema existe la posibilidad de soportar una cabina por tramo, la carga máxima por tramo debido a cabina y personas será de novecientos kilogramos (900kg). Cabe destacar que dichos valores están sobredimensionados a fin de considerar, mochilas y objetos que transportan los turistas.

CARGA MÁXIMA POR TRAMO						
Tramo	Longitud total del cable	Longitud en un sentido	Distancia entre cabinas [m]	Cabinas por tramo	Carga total personas [Kg]	Peso cabinas [Kg]
A - K	2631.27	1315.6	263	1	400	500

Tabla 4.9 Carga máxima por tramo

4.7.3 FUERZA DE ROZAMIENTO:

Para determinar la carga de trabajo de la torre, se realiza un diagrama del cuerpo libre y se obtiene las fuerzas resultantes en los puntos especificados. Se sabe que existe una fuerza de rozamiento, que si bien es insignificante se la calcula con la siguiente fórmula:

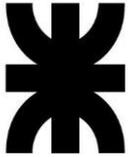
$$Fr = 2 \times \eta \times \mu \times T \times \text{Sen} \left(\frac{\delta}{2} \right)^{14} \quad (\text{EC. 4.8})$$

η : Numero de poleas en todo el sistema (72 poleas)

μ : Factor de Rozamiento en los rodamientos de las poleas (0.0015)¹⁵

T: Tensión máxima ejercida por el contrapeso 10.5Tn





δ : Angulo de contacto del cable en las poleas (se estima 3°)

$$Fr = 2 \times 72 \times (0.0015) \times 10500 \times \text{Sen} \left(\frac{3^\circ}{2} \right) = 59,36 \text{ [kg]}$$

4.8 HIPÓTESIS DE DISEÑO:

La probabilidad de que ambas fuerzas se encuentren a plena carga es muy baja por lo que se diseña tomando en cuenta la siguiente hipótesis de diseño para la determinación del empuje longitudinal a través del cable, sirviendo de base para los cálculos de los sistemas estructurales del teleférico:

$$H = 60\% Ww + 80\% P_{\text{personas}}$$

Donde:

H: Hipótesis de diseño

Ww: Presión del viento [kg]

P_{personas}: Carga total de personas [kg]

De acuerdo con la hipótesis de diseño, la carga de viento será:

- $P = P_{\text{personas}} + P_{\text{cabina}}$
- $W = \sqrt{Ww^2 + W_{\text{cable}}^2}$

Según la hipótesis de diseño para el tramo crítico:

$$P'_{\text{personas}} = 0.8 \times 400 = 320 \text{ [kg]}$$

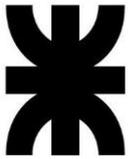
$$P = 320 + 500 = 820 \text{ [Kg]}$$

$$Ww' = 0.6 \times 3.08 = 1,84 \text{ [kg/m]}$$

$$W = \sqrt{1,84^2 + 6^2}$$

$$W = 6.74 \text{ [kg/m]}$$





4.9 TENSIÓN HORIZONTAL DEL CABLE (T):

Se determina mediante la ecuación 11.2 de la siguiente manera:

$$t = \frac{S(2P+WS)}{8Yc} \quad (\text{EC. 4.2})$$

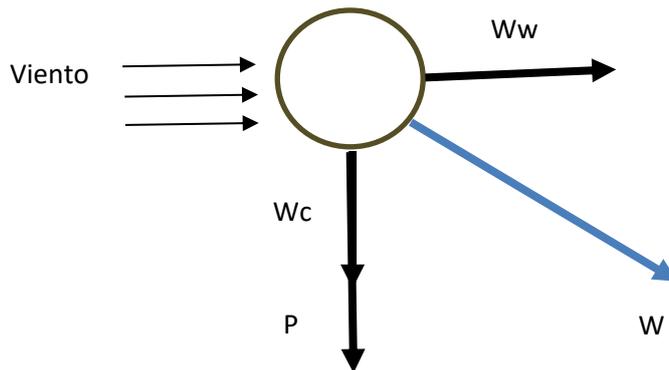


Figura 4.5 Esquema de fuerzas en cable

Donde

Ww: Componente horizontal producto de la presión del viento [kg/m]

Wc: Peso propio del cable [kg/m]

P: Peso de cabinas cargadas [kg]

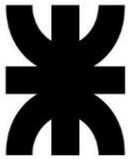
W: Fuerza resultante [Kg/m]

El análisis realizado en cada uno de los tramos se muestra en la tabla 4.10

TENSION HORIZONTAL						
Tramo	P [Kg]	W [Kg/m]	S [m]	Flecha Yc	h [m]	t [kg]
A	820	6,94	150	6	35	8377,68
B	820	6,83	75	3	34,5	6724,94
C	820	6,96	75	3	12,4	6756,82
D	820	6,99	150	6	14,4	8402,43
E	820	6,81	100	4	50,2	7252,35
F	820	6,74	150	6	91,8	8286,02
G	820	6,88	150	6	58,62	8348,60
H	820	6,73	75	3	47,25	6701,31
I	820	6,75	75	3	44,18	6706,77
J	820	6,67	75	3	54,3	6687,79
K	820	6,79	70	3	37	6169,58

Tabla 4.10 Tensión horizontal





4.10 ÁNGULOS QUE FORMAN LAS TENSIONES CON EL EJE HORIZONTAL:

Se determina los ángulos que forman las tensiones en los puntos de apoyo con la horizontal, estos ángulos permiten hallar la tensión máxima y mínima en el cable.

$$\tan \theta = \frac{P+WS}{2t} - \frac{h}{S} \quad (\text{EC. 11.5})$$

$$\tan \alpha = \frac{P+WS}{2t} + \frac{h}{S} \quad (\text{EC. 11.6})$$

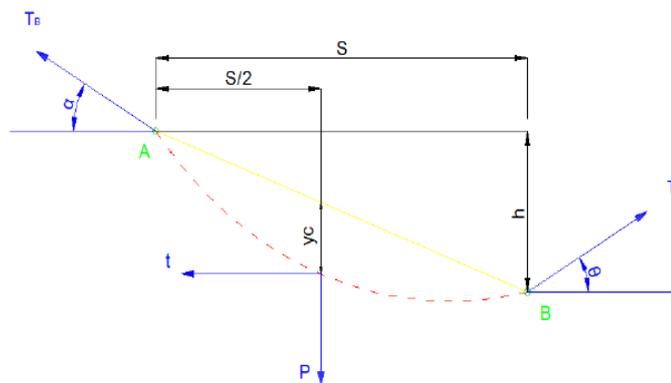


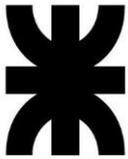
Figura 4.6. Esquema de fuerzas y ángulos presentes en el tramo

ÁNGULOS EN LOS EXTREMOS DE LA TORRE								
Tramo	Long. Cable	P [Kg]	w	S [m]	h [m]	t (kg)	θ	α
A	156,21	820	6,94	150	39,85	8377,7	-8,79	20,64
B	83,62	820	6,83	75	34,65	6724,9	-19,95	29,29
C	77,08	820	6,96	75	12,75	6756,8	-4,04	15,07
D	151,68	820	6,99	150	14,3	8402,4	0,91	11,67
E	112,87	820	6,81	100	50,15	7252,4	-21,70	31,17
F	176,89	820	6,74	150	91,85	8286,0	-26,65	35,86
G	162,03	820	6,88	150	58,55	8348,6	-15,61	26,62
H	89,59	820	6,73	75	47,15	6701,3	-27,92	36,04
I	88,11	820	6,75	75	44,3	6706,8	-26,19	34,59
J	93,60	820	6,67	75	54,3	6687,8	-32,02	39,44
K	79,95	820	6,79	70	36,5	6169,6	-22,61	32,06
	1271,6							

Tabla 4.11 Ángulos en los extremos de la torre

Sustituyendo los valores de **tabla 4.11** de cada uno de los tramos en las ecuaciones **Ec 4.3** y **Ec 4.4**, se obtiene las tensiones en los apoyos:





4.11 TENSION EN APOYO EN TRAMO CRITICO:

tensión en los apoyos:

$$TA = \frac{t}{\cos\phi}$$

$$TB = \frac{t}{\cos\alpha}$$

Tensión en apoyo correspondiente al tramo crítico (F):

$$TA = \frac{8286,0}{\cos -26,65}$$

$$TA = 9270,8 \text{ [Kg]}$$

$$TB = \frac{8286,0}{\cos 35,86}$$

$$TB = 10224,1 \text{ [Kg]}$$

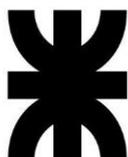
TENSION EN LOS EXTREMOS									
Tramo	Long. Cable	P [Kg]	S [m]	h [m]	t (kg)	θ	α	TA	TB
A	156,21	820	150	39,85	8377,7	-8,79	20,64	8477,2	8952,5
B	83,62	820	75	34,65	6724,9	-19,95	29,29	7154,2	7711,0
C	77,08	820	75	12,75	6756,8	-4,04	15,07	6773,7	6997,6
D	151,68	820	150	14,3	8402,4	0,91	11,67	8403,5	8579,8
E	112,87	820	100	50,15	7252,4	-21,70	31,17	7805,7	8476,2
F	176,89	820	150	91,85	8286,0	-26,65	35,86	9270,8	10224,1
G	162,03	820	150	58,55	8348,6	-15,61	26,62	8668,4	9338,6
H	89,59	820	75	47,15	6701,3	-27,92	36,04	7583,9	8287,0
I	88,11	820	75	44,3	6706,8	-26,19	34,59	7474,0	8146,6
J	93,60	820	75	54,3	6687,8	-32,02	39,44	7887,6	8660,2
K	79,95	820	70	36,5	6169,6	-22,61	32,06	6683,2	7280,1
	1271,64								

Tabla 4.12 Tensión en los extremos

Para obtener el factor de seguridad se divide la resistencia última a tracción del cable para la tensión máxima obtenida, en este caso se verifica la correspondiente al **tramo F**:

$$n = \frac{\text{Resistencia a traccion de cable}}{\text{Tensión máxima obtenida}}$$





A continuación, se muestra la **tabla 4.13**, donde se verificará para cada tramo que el factor de seguridad se encuentre dentro de los límites correspondientes:

TENSION EN LOS EXTREMOS				
Tramo	Resist. Cable	TA	TB	n
A	105816,32	8477,2	7158,9	14,8
B	105816,32	7154,2	6744,0	15,7
C	105816,32	6773,7	6168,4	17,2
D	105816,32	8403,5	6959,2	15,2
E	105816,32	7805,7	7155,6	14,8
F	105816,32	9270,8	10224,1	10,3
G	105816,32	8668,4	9338,6	11,3
H	105816,32	7583,9	8287,0	12,8
I	105816,32	7474,0	8146,6	13,0
J	105816,32	7887,6	8660,2	12,2
K	105816,32	6683,2	7280,1	14,5

Tabla 4.13 Factor de Seguridad

4.11.1 Factor de seguridad en tramo crítico:

Resistencia a tracción del cable: **1037Kn = 105816.32 kg**

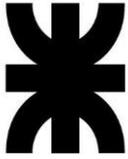
Tensión máxima obtenida: **10224,1 kg**

$$n = \frac{105816.32 \text{ kg}}{10224,1g}$$

$$n = 10.3$$

Por lo tanto, con la tensión máxima correspondiente a **10224,1kg**, aproximadamente **10,5Tn**, será la fuerza utilizada para calcular el contrapeso, el cual evitará que el cable trabaje a fatiga. Además, mantendrá una tensión de trabajo constante, sin importar el número de personas que se encuentren dentro del mismo.





CAPÍTULO CINCO

DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTRAPESO

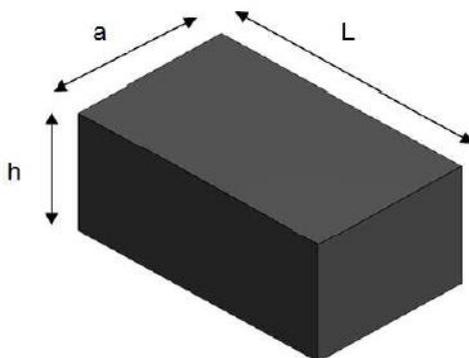
5.1 DIMENSIONAMIENTO DEL CONTRAPESO:

Para dimensionar el contrapeso se tendrá en cuenta la máxima tensión generada en el sistema, que se ha calculado en el Capítulo 4, y corresponde a **21tn**. Para poder calcular el volumen del contrapeso, teniendo en cuenta que será un dado de hormigón, se considera la densidad del hormigón de 2300kg/m^3 , de modo que:

$$V = \frac{m}{\delta}$$

$$V = \frac{21000 \text{ kg}}{2300 \text{ kg/m}^3} = 9,13 \text{ m}^3 \approx 9\text{m}^3$$

Se calcula las dimensiones que tendrá el contrapeso considerando el volumen del dado, por lo tanto se determina las siguientes medidas:



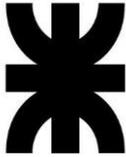
Dimensiones:

$$h = 2,00 \text{ m}$$

$$a = 1,50 \text{ m}$$

$$L = 3,00\text{m}$$





5.2 DISTANCIA RECORRIDA DEL CONTRAPESO:

Una vez determinada las dimensiones del contrapeso, puede **calcularse la longitud máxima** del recorrido que este realiza. El sistema del contrapeso permite mantener una tensión constante de trabajo a lo largo del cable, evitando que éste trabaje a fatiga, según las cargas (cantidad de cabinas) que se tenga en un momento determinado sobre el cable. Esto ayuda además a aumentar la vida útil del cable mejorando la integridad del sistema.

Para ello se analiza la distancia aproximada de desplazamiento que tendrá el sistema, es decir, la variación de longitud que tendrá el cable **a plena carga y solo considerando el peso propio**. Para ello se utiliza las Ec.4.2 y 4.7 (Capítulo 4), las cuales se aplicarán para verificar todos los tramos.

5.2.1 Tramo crítico a Plena carga:

$$Y_C = \frac{S(2P+WS)}{8t}$$

$$Y_C = \frac{150 [(2)(820)+(6,74)(150)]}{8(7975,0)} = 6,23 \text{ [m]}$$

$$L = \left(1 + \frac{8Y_C^2}{3S^2}\right) \sqrt{S^2 + h^2}$$

$$L = \left(1 + \frac{8(6,23)^2}{3(150)^2}\right) \sqrt{150^2 + 91,85^2} = 176,89 \text{ [m]}$$

5.2.2 Tramo crítico sin carga:

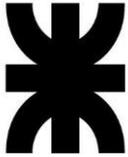
$$Y_C = \frac{S(2P+WS)}{8t}$$

$$Y_C = \frac{150 [(2)(500)+(6,74)(150)]}{8(7975)} = 4,73 \text{ [m]}$$

$$L = \left(1 + \frac{8Y_C^2}{3S^2}\right) \sqrt{S^2 + h^2}$$

$$L = \left(1 + \frac{8(4,7)^2}{3(150)^2}\right) \sqrt{150^2 + 91,8^2} = 176,1 \text{ [m]}$$





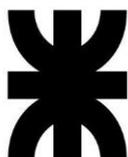
LONGITUD DEL SISTEMA A PLENA CARGA				
Tramo	S	H	Yc	L
A	150	39,85	5,97	156,21
B	75	34,65	2,98	83,62
C	75	12,75	2,98	77,08
D	150	14,3	5,97	151,68
E	100	50,15	3,98	112,87
F	150	91,85	5,97	176,89
G	150	58,55	5,97	162,03
H	75	47,15	2,98	89,59
I	75	44,3	2,98	88,11
J	75	54,3	2,98	93,60
K	70	36,5	2,98	79,95
Long. Acenso				1271,6

Tabla . 5.1 longitud del sistema a plena carga

FLECHA DE SISTEMA A PLENA CARGA					
Tramo	S	P	W	t	yc
A	150	820	6	7975,00	5,97
B	75	820	6	6568,8	2,98
C	75	820	6	6568,75	2,98
D	150	820	6	7975,00	5,97
E	100	820	6	7037,50	3,98
F	150	820	6	7975,00	5,97
G	150	820	6	7975,00	5,97
H	75	820	6	6568,75	2,98
I	75	820	6	6568,75	2,98
J	75	820	6	6568,75	2,98
K	70	820	6	6043,33	2,98

Tabla 5.2 flecha del sistema a plena carga





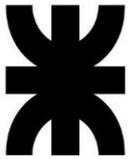
LONGITUD DEL SISTEMA SIN CARGA				
Tramo	S	H	Yc	L
A	150	39,85	4,47	154,95
B	75	34,65	2,07	83,20
C	75	12,75	2,07	76,95
D	150	14,3	4,47	151,15
E	100	50,15	2,84	112,02
F	150	91,85	4,47	176,10
G	150	58,55	4,47	161,95
H	75	47,15	2,07	89,38
I	75	44,3	2,07	88,00
J	75	54,3	2,07	93,51
K	70	36,5	2,06	80,05
Long. Acenso				1267,26

Tabla 5.3 longitud del sistema sin carga

FLECHA DE SISTEMA SIN CARGA					
Tramo	S	P	W	t	yc
A	150	500	6	7975,00	4,47
B	75	500	6	6568,8	2,07
C	75	500	6	6568,75	2,07
D	150	500	6	7975,00	4,47
E	100	500	6	7037,50	2,84
F	150	500	6	7975,00	4,47
G	150	500	6	7975,00	4,47
H	75	500	6	6568,75	2,07
I	75	500	6	6568,75	2,07
J	75	500	6	6568,75	2,07
K	70	500	6	6043,33	2,06

Tabla 5.4 flecha del sistema sin carga





Se analizará la variación de longitud que se genera en el cable considerando ambas situaciones, y se determinará a partir de ello la longitud de desplazamiento del contrapeso:

$$\Delta L = 1271,6 - 1267,26$$

$$\Delta L = 4,34 \text{ m}$$

Por lo tanto la posición más baja del contrapeso se presentaría cuando el cable del teleférico no esté transportando ninguna cabina, es decir la carga de trabajo sería solo el peso propio. Y la posición más elevada del contrapeso se dará cuando el sistema esté a plena carga.

El contrapeso calculado, podrá realizarse mediante un bloque de hormigón, o bien se le encargará a la empresa responsable del sistema motriz mantener constante la tensión de trabajo a través del movimiento de las poleas motrices, la cual funciona mediante un sistema de tensores hidráulicos. Para ello se le aportará el valor antes calculado para mantener una tensión constante, y mediante un sistema de control y monitoreo se producirá el movimiento y desplazamiento de las poleas de la estación, tensando el cable según los requerimientos.

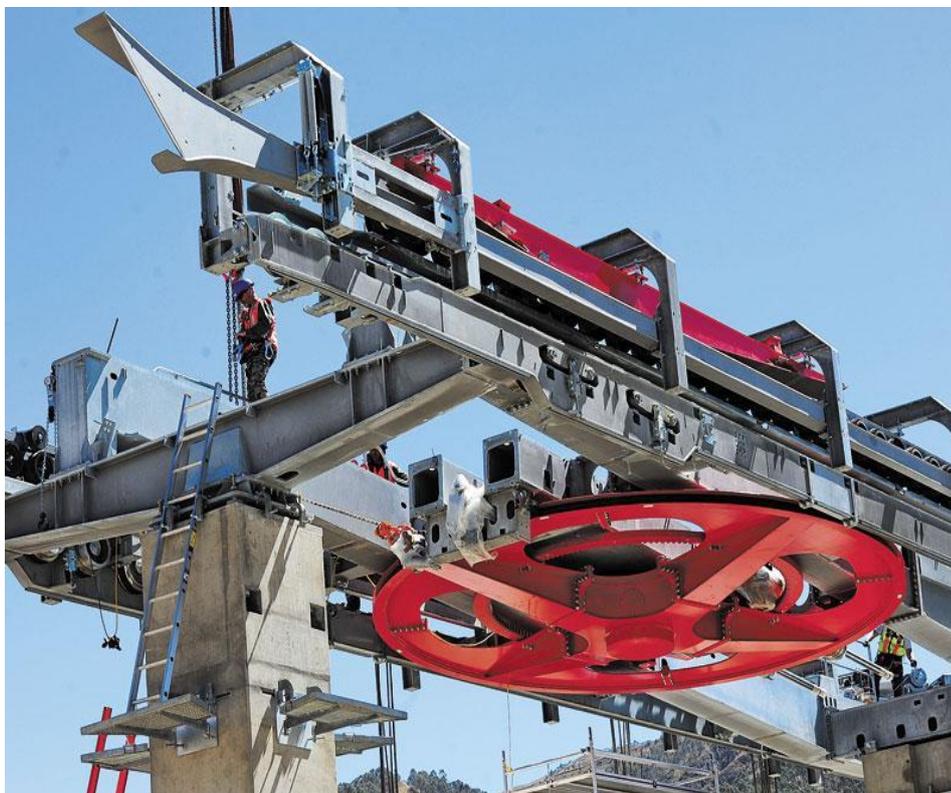
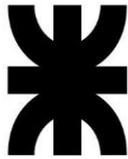


Figura 5.1 Poleas motrices que permiten desplazamiento para tensar cable





CAPÍTULO SEIS

SELECCIÓN DE TIPO DE TORRE

6.1 INTRODUCCIÓN:

Las torres estructurales tienen la función de soportar el cable de acero de todo el sistema y además contener a los “balancines” de apoyo, que permitirán que el cable trabaje correctamente.

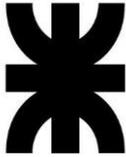
Para determinar la ubicación de las torres, se realizó un relevamiento topográfico en el lugar, donde por medio de un perfil longitudinal y considerando condiciones topográficas del cerro, condiciones geológicas, la no interrupción en el área de despegue de los deportes aéreos, entre otros factores se pudo establecer la ubicación de las mismas.

El sistema teleférico contará de **12 torres**, sobre las cuales actuarán los efectos producidos por las cargas (peso de cable, viento, personas, cabinas, sismo, trenes de poleas, carga muerta, etc).

Con los resultados obtenidos, en el capítulo 4 se realiza el cálculo de las solicitaciones a la que se verá afectada la torre soporte, es decir cómo éstas fuerzas afectan al funcionamiento de la torre. Luego se realizará la verificación de la misma esfuerzos:

- Compresión
- Flexocompresión





6.2 SELECCIÓN DEL TIPO DE TORRE:

Para la evaluación y selección de la alternativa más conveniente del tipo de torre que se va a utilizar, se considera los siguientes criterios de valoración:

- Costo
- Facilidad de construcción
- Peso
- Estética
- Movilidad
- Montaje

En base al método de evaluación de soluciones se selecciona el tipo de torre que brinda mejores prestaciones al momento de implementarse el proyecto. A

continuación, se elaboró una tabla teniendo en cuenta criterios de evaluación:

Criterios de Evaluacion									
Tipo de torre	Costo	FDC	Peso	Estetica	Movilidad	Confiability	Montaje	Σ puntaje	Prioridad
Torre Celosia	1	0	0,5	0	1	0,5	0	3	2
Torre Tubular	0	1	0,5	1	0	0,5	1	4	1

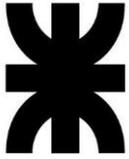
Tabla 14.1 criterios de evaluación

En la tabla presentada, se puede visualizar que en cuanto al parámetro costo, las torres de celosía presentan menor costo que las torres tubulares de acero, dado que el material es más económico, como así también su fabricación no requiere de soldaduras. Pero si se analiza la facilidad que presentan para construirlas, resulta conveniente utilizar torres de sección tubular. Dado que las torres tubulares se pueden fabricar en una sola pieza, o bien en varios tubos de sección hueca que se encajan entre si, lo que hace que el montaje sea mas rápido comparada con las torres de celosía.

En cuanto a la estética, por ejemplo, las torres tubulares se encuentran en ventaja, dado que en la actualidad resultan mucho más atractivas e innovadoras.

En cuanto a la movilidad, el transporte para las torres de celosías es más eficiente (mejor relación peso/volumen), mientras que para las torres tubulares es mucho mas costosa.





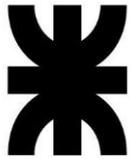
(a)



(b)

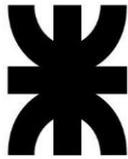
Fig.6.1 Alternativas (a) Estructura tubular y (b) Estructura en celosía





Del análisis realizado en la tabla, se puede apreciar que la torre que cumple con mayor valoración de criterios es la torre tubular, por lo tanto, es la que se utilizará en construcción del sistema teleférico.





CAPITULO SIETE

ESFUERZOS EN LA TORRE SOPORTE

7.1 ESTRUCTURA DE LA TORRE:

El diseño de la estructura de la torre soporte, se realizó en primera instancia por un predimensionado, utilizando para ello una geometría tubular como se indicó en **capítulo 6**.

La misma se modeló empleando el programa **SAP2000**, por lo se necesitó definir no solo la geometría que tendrán las torres sino también los esfuerzos a los cual se verá afectada durante su vida útil.

Es por ello que se analiza los siguientes factores:

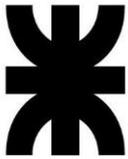
- Geometría de la torre
- Cargas Muertas [D]
- Cargas vivas [L]
- Carga de viento [W]
- Carga de sismo [E]

Este análisis se realizará, considerando por un lado las cargas aplicadas en el extremo de la torre producidas por la acción de las cabinas ocupadas desplazándose a través del cable, y por otro lado las acciones que actúan en la torre propiamente dicha, de la siguiente manera:

EXTREMO DE TORRE	TORRE
Cabina	Peso propio
Personas	Viento
Cable	Sismo
Viento en cable	

Tabla 7.1 Esfuerzo actuantes





7.1.1 GEOMETRIA DE LA TORRE:

Es un factor muy importante en el diseño de la torre soporte ya que de esta dependerán las cargas que soportan cada uno de los miembros estructurales de las mismas. Para comenzar con la modelación se ha predimensionado una torre como la siguiente:

7.1.1.1 Predimensión de estructura:

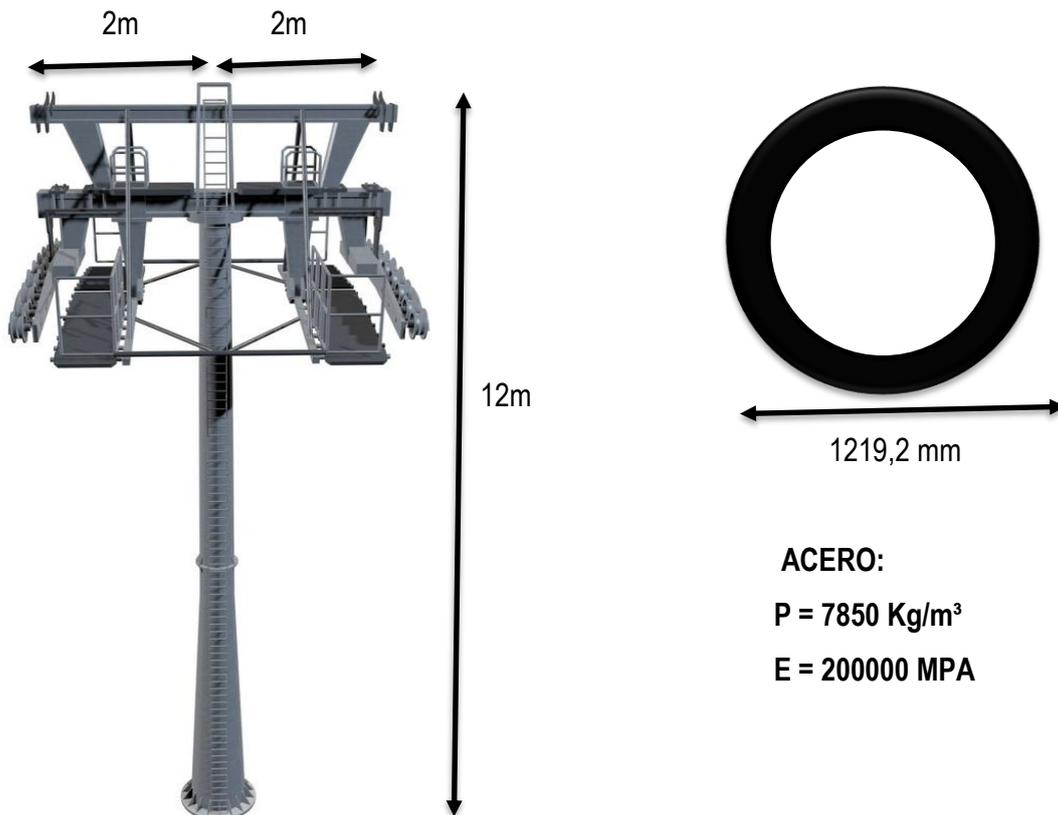


Figura 7.1 Esquema de dimensiones de torre soporte

7.1.1.2 Dimensiones:

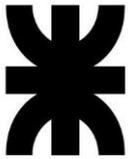
Utilizando la tabla de perfiles del reglamento CIRSOC 301, Para acero de uso estructural se adoptó lo siguiente:

ELEMENTO	DIAMETRO [mm]	ESPEJOR [mm]	LOGITUD [m]	PESO [Kg/m]
Torre	1219,2	15,9	12	563,83
Travesaño	508,2	12,70	4	155,19

Tabla 7.2 Dimensiones de torre soporte

Fuente: Propia





A continuación se define mediante el programa SAP2000, el diámetro y espesor de las secciones que se utilizarán tanto en la torre como en el travesaño, como se muestra a continuación:

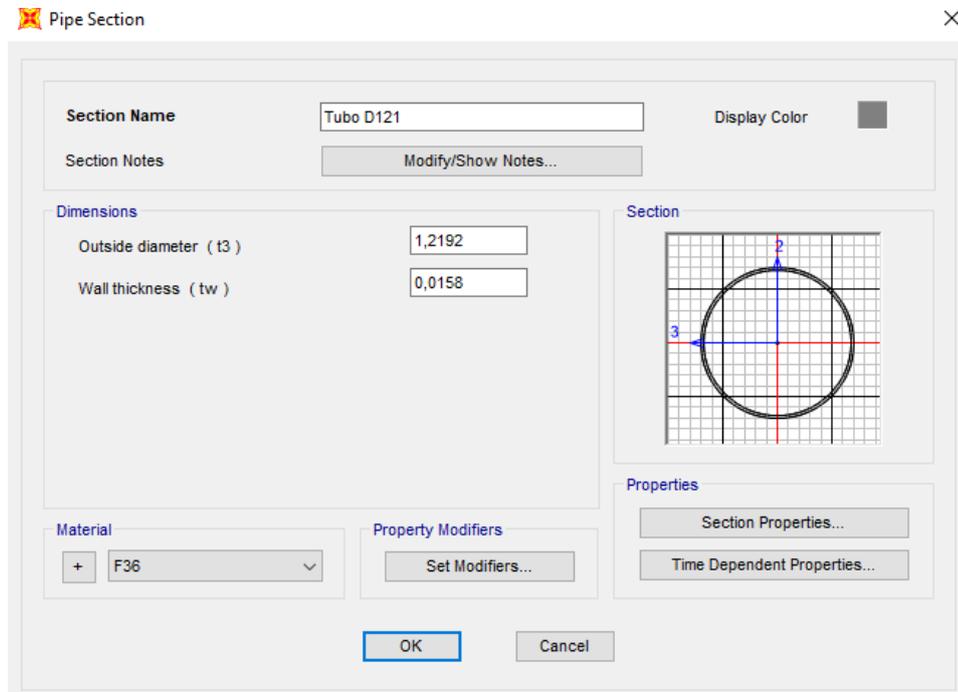


Figura 7.2 Sección correspondiente a torre

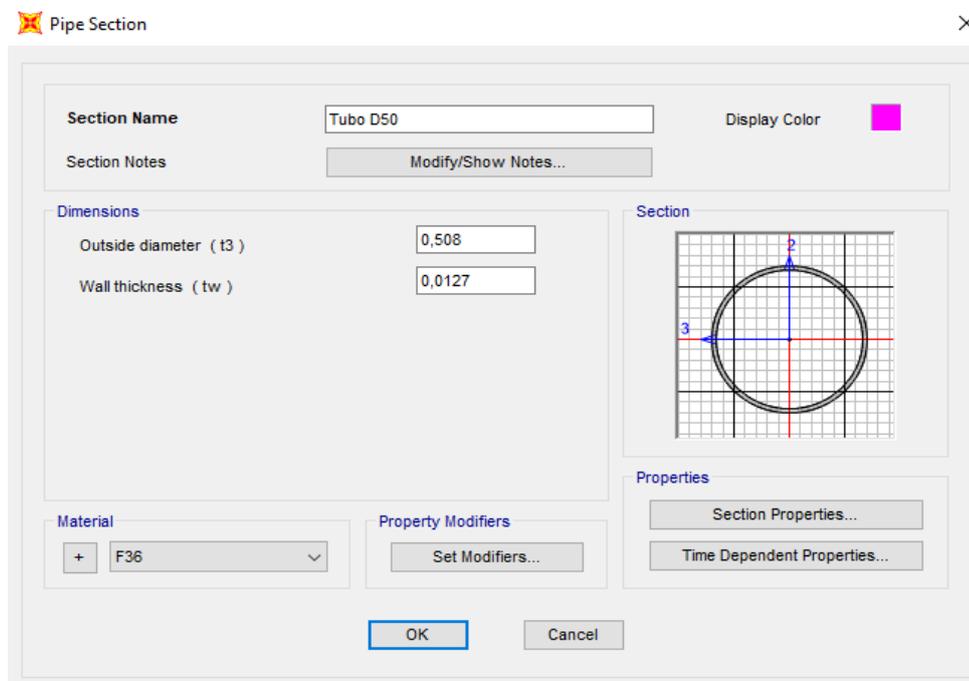
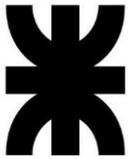


Figura 7.3 Sección correspondiente a travesaño.





7.1.1.3 Material:

Según las normas que rigen en nuestro país para acero estructural **IRAM- IAS U 500-503**, se adoptó **acero F-36**, lo cual según las normas americanas **ASTM**, sería equivalente a un acero A 572.

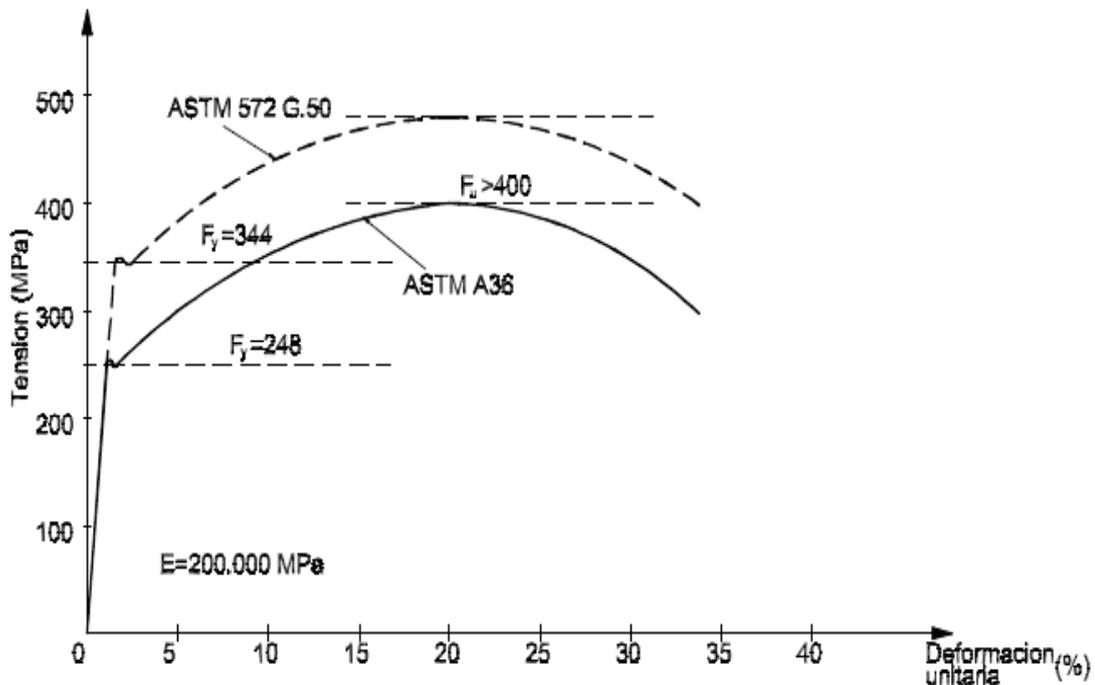


Figura 7.4 Equivalencia de aceros

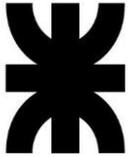
IRAM-IAS U 500-503/2003 (Perfiles) (espesor e en mm)

Tipo de acero	Límite de Fluencia mínimo (MPa)						Resistencia a la tracción (MPa)		
	$e \leq 16$	$16 < e \leq 40$	$40 < e \leq 63$	$63 < e \leq 80$	$80 < e \leq 100$	$100 < e \leq 150$	$e \leq 3$	$3 < e \leq 100$	$100 < e \leq 150$
F-24	235	225	215	215	215	195	360-510	340-470	340-470
F-26	250	245	235	235	235	215	420-570	400-560	390-530
F-36	355	345	335	325	315	295	510-680	490-630	470-630

Tabla 7.3 Espesores según tipo de acero

Fuente: Estructuras metálicas proyectos por estado límite- Gabriel Troglia- pag.5



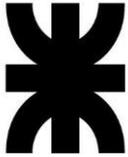


Mediante el programa SAP2000 se definió el tipo de material que se utilizara para la construcción de las torres soportes, que como se mencionó anteriormente corresponde a un **acero tipo F36**. Las propiedades del mismo se muestran a continuación en la siguiente figura:

Section	Property	Value
General Data	Material Name and Display Color	MAT
	Material Type	Steel
	Material Grade	Grade 50
Weight and Mass	Weight per Unit Volume	76930,
	Mass per Unit Volume	7844,6767
Isotropic Property Data	Modulus Of Elasticity, E	2,000E+11
	Poisson, U	0,3
	Coefficient Of Thermal Expansion, A	1,020E-05
	Shear Modulus, G	7,692E+10
Other Properties For Steel Materials	Minimum Yield Stress, Fy	3,447E+08
	Minimum Tensile Stress, Fu	4,482E+08
	Expected Yield Stress, Fye	3,792E+08
	Expected Tensile Stress, Fue	4,930E+08

Figura 7.5 Propiedades del acero





7.2 ANALISIS EN EXTREMO DE LA TORRE:

En la torre crítica, se analizaron los esfuerzos que actúan tanto en la columna de la torre como en el travesaño. Para el travesaño, se determinó las reacciones en sus dos extremos, siendo 1 el extremo correspondiente al ascenso de las cabinas (Ascendente) y 2 el extremo por donde descienden (Descendente).

En este análisis se tuvo en cuenta las cargas que se tramiten al extremo, producto del desplazamiento de las cabinas a través del cable. Por lo tanto, se consideró peso propio de cable, carga de viento en cable y carga de cabinas ocupadas, como se muestra en el capítulo 4.

A continuación, se esquematizan las posiciones 1 y 2, correspondientes a los extremos en análisis:

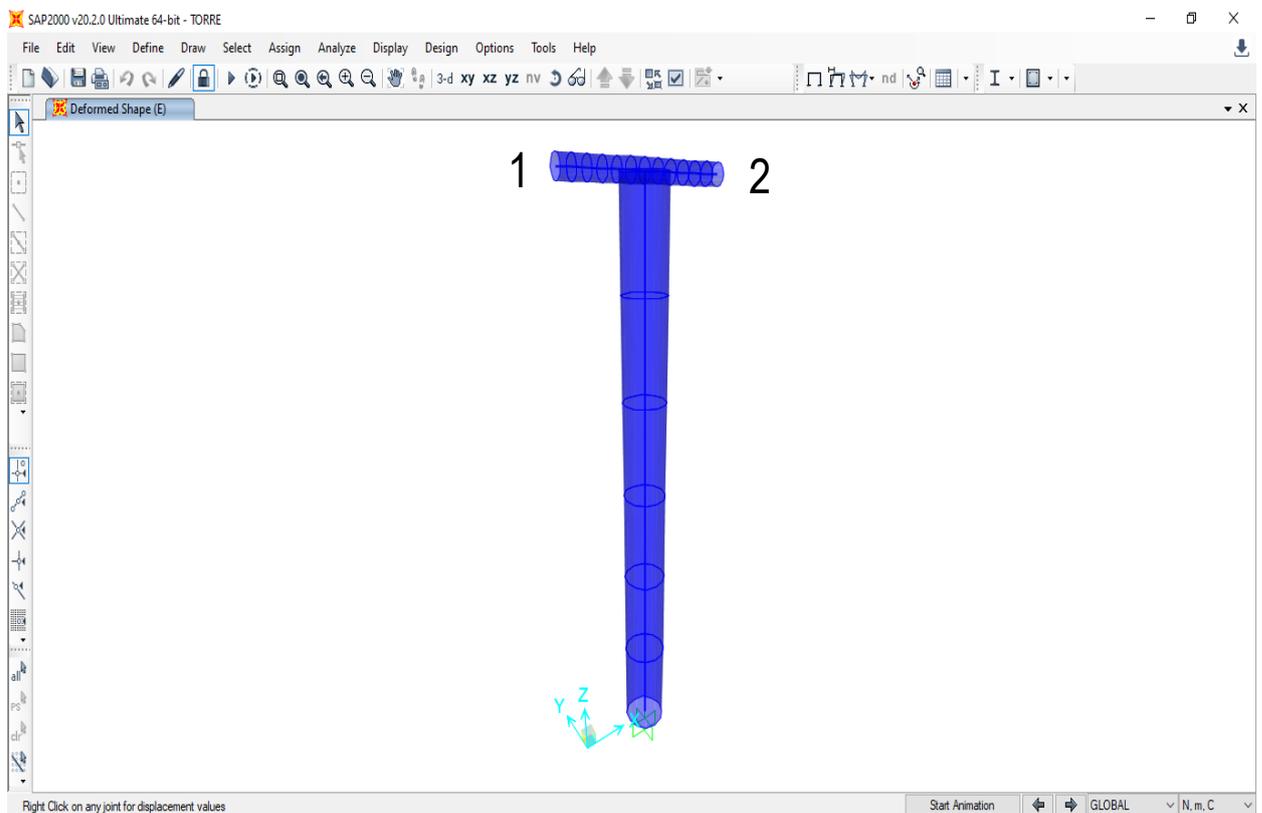
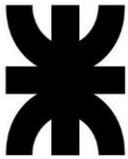


Figura 7.6 Esquema de posición de los extremos en análisis





7.2.1 Cargas vivas [I]:

Las cargas vivas presente en la estructura, se determinaron a partir del peso de las personas. Para ello se analizó la situación más desfavorable, considerado cuando el sistema se encuentra totalmente cargado, y las cabinas en su máxima capacidad. Los pesos de cabina y persona son los recomendados por la OITAF, y se muestran a continuación:

Peso estimado por persona según recomendación OITAF	100	kg
Peso estima cabina vacías	500	kg
N° de pasajeros por cabina	4	
Peso de cabina a máxima capacidad	900	kg
Numero de cabinas del sistema	10	
Carga total del sistema teleférico	9000	kg

Tabla 7.4 Pesos de cabinas y personas

A partir de la demanda que tendrá el complejo teleférico, se calculó cantidad de cabinas, a continuación, se presentan discriminados los totales a máxima capacidad:

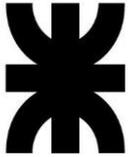
Elemento	Cantidad	Peso [kg]	Total [kg]
Cabinas	10	500	5000
Personas	40	100	4000
Total			9000

Tabla 7.5 Capacidad máxima

Para la determinación de las cargas vivas de diseño, se analizó en cada tramo las tensiones generadas por estas, y se obtuvo las más críticas que se presentaron en el tramo F.

A continuación, se presentan las reacciones en los extremos 1 y 2 generados para cada tramo, por la acción de las **personas**:





CARGAS VIVAS [L]							
Tramo	Long. Cable	S [m]	t (kg)	θ	α	TA	TB
A	156,21	150	2250,0	8,41	34,18	2274,5	2719,9
B	83,62	75	2250,0	-9,43	37,16	2280,8	2823,3
C	77,08	75	2250,0	7,31	25,09	2268,4	2484,5
D	151,68	150	2250,0	17,74	27,05	2362,4	2526,4
E	112,87	100	2250,0	-9,54	39,86	2281,5	2931,2
F	176,89	150	2250,0	-11,60	45,55	2296,9	3212,9
G	162,03	150	2250,0	1,21	38,72	2250,5	2883,9
H	89,59	75	2250,0	-18,49	42,71	2372,4	3061,9
I	88,11	75	2250,0	-16,49	41,52	2346,5	3005,1
J	93,60	75	2250,0	-23,30	45,49	2449,8	3209,7
K	79,95	70	2100,0	-12,03	39,69	2147,1	2728,9

Tabla 7.6 Cargas vivas en extremo

A continuación, se realiza el diagrama del cuerpo libre en cada uno de los extremos, para determinar sus componentes en la dirección Y y Z.

Cargas vivas [L]:

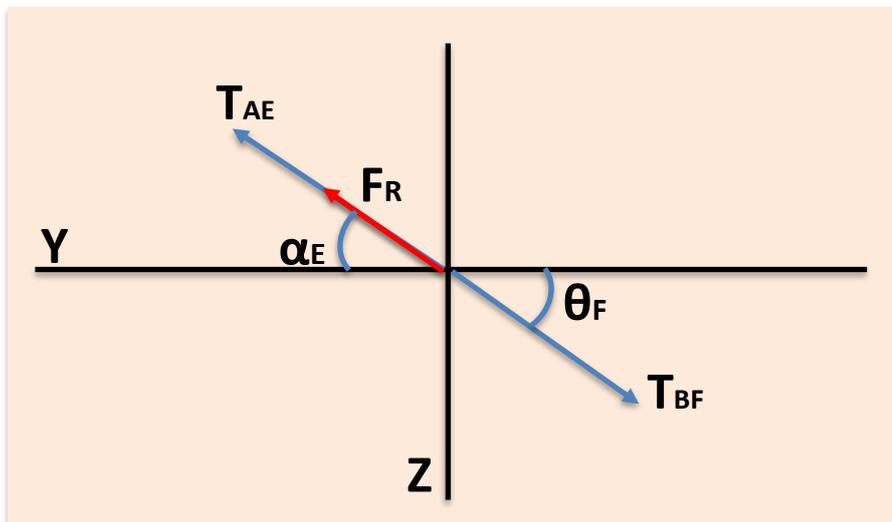


Figura 7.7 Diagrama del cuerpo libre en extremo 1



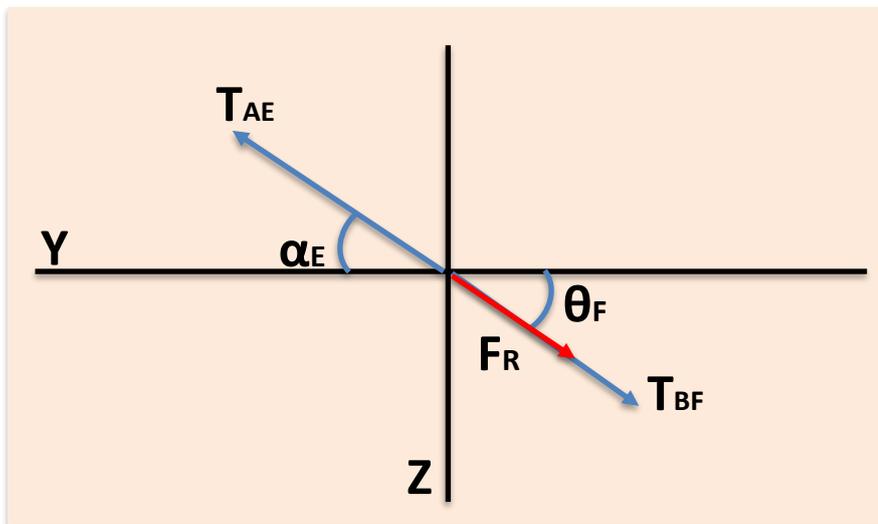


Figura 7.8 Diagrama del cuerpo libre en extremo 2

Análisis de resultante en punto 1, (Ascenso):

$$\sum F_y = R_{1y}$$

$$R_{1y} = T_{BF} \cos\theta_F - F_R \cos\alpha_E - T_{AE} \cos\alpha_E$$

$$R_{1y} = (3212,9\text{kg})\cos(-11,60) - 59,36 \cos(39,86) - (2281,5\text{kg}) \cos(39,86)$$

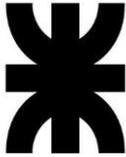
$$R_{1y} = 1350,4\text{Kg}$$

$$\sum F_z = R_{1z}$$

$$R_{1z} = -T_{BF} \text{sen}\theta_F + F_R \text{sen}\alpha_E + T_{AE} \text{sen}\alpha_E$$

$$R_{1z} = -(3212,9\text{kg}) \text{Sen}(-11,60) + 59,36 \text{Sen}(39,86) + (2281,5 \text{ kg}) \text{Sen}(39,86)$$

$$R_{1z} = 2146,33 \text{ Kg}$$



Análisis de resultante en punto 2, (Descenso):

$$\sum F_y = R_{2y}$$

$$R_{2y} = T_{BF} \cos\theta_F + F_R \cos\alpha_E - T_{AE} \cos\alpha_E$$

$$R_{2y} = (3212,9\text{kg})\cos(-11,60) + 59,36 \cos(39,86) - (2281,5 \text{ kg}) \cos(39,86)$$

$$R_{2y} = 1441,53 \text{ Kg}$$

$$\sum F_z = R_{2z}$$

$$R_{2z} = T_{AE} \sin\alpha_E - F_R \sin\alpha_E - T_{BF} \sin\theta_F$$

$$R_{2z} = (2281,5\text{kg}) \sin(39,86) - 59,36 \sin(39,86) - (3212,9 \text{ kg}) \sin(-11,60)$$

$$R_{2z} = 2070,24\text{Kg}$$

Obtenidas las resultantes en los extremos 1 y 2, se procedió a cargar estas solicitaciones utilizando SAP2000, a continuación, se presenta la torre solicitada a cargas vivas:

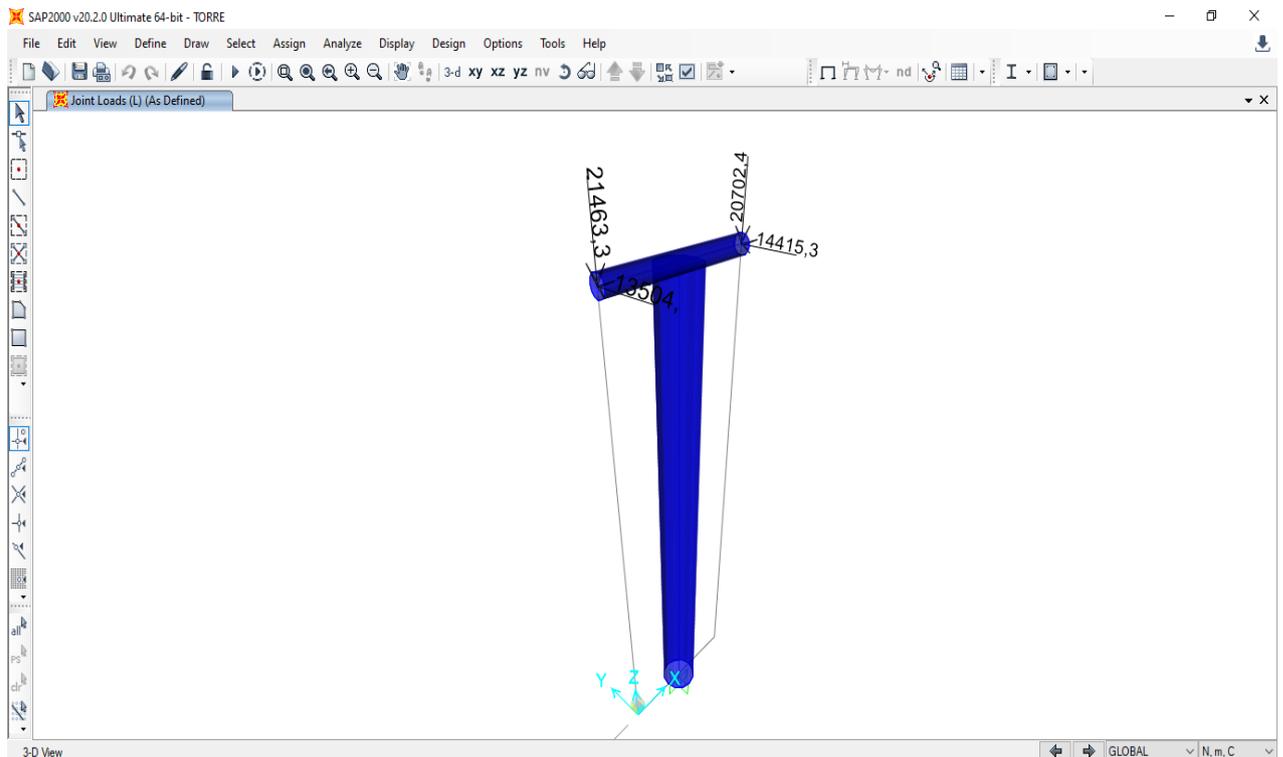
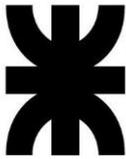


Figura 7.9 Reacciones en extremos debido a cargas vivas





7.2.2 Cargas muertas [d]:

La carga muerta se refiere al peso generado por el cable tractor y peso de cabinas.

A continuación, se presenta una tala con los valores de reacciones en extremos debido a dicha carga:

CARGAS MUERTAS [D]							
Tramo	Long. Cable	S [m]	t (kg)	θ	α	TA	TB
A	156,21	150	5937,5	-6,22	22,90	5972,6	6445,4
B	83,62	75	4531,3	-17,49	31,34	4750,8	5305,3
C	77,08	75	4531,3	-1,25	17,65	4532,3	4755,0
D	151,68	150	5937,5	3,55	14,18	5948,9	6124,1
E	112,87	100	5000,0	-19,36	33,09	5299,8	5967,7
F	176,89	150	5937,5	-24,61	37,47	6530,9	7481,3
G	162,03	150	5937,5	-13,19	28,65	6098,4	6765,6
H	89,59	75	4531,3	-25,76	37,77	5031,2	5732,2
I	88,11	75	4531,3	-23,96	36,39	4958,4	5628,9
J	93,60	75	4531,3	-30,04	41,01	5234,5	6005,1
K	79,95	70	4141,7	-20,05	34,13	4409,0	5003,4

Tabla 7.7 Cargas muertas en extremo

Análisis de resultante en punto 1, (Ascenso):

$$\sum F_y = R_{1y}$$

$$R_{1y} = T_{BF} \cos\theta_F - F_R \cos\alpha_E - T_{AE} \cos\alpha_E$$

$$R_{1y} = (7481,3\text{kg})\cos(-24,61) - 59,36 \cos(33,09) - (5299,8\text{kg}) \cos(33,09)$$

$$R_{1y} = 2311,74\text{Kg}$$

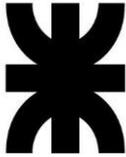
$$\sum F_z = R_{1z}$$

$$R_{1z} = -T_{BF} \sin\theta_F + F_R \sin\alpha_E + T_{AE} \sin\alpha_E$$

$$R_{1z} = - (7481,3\text{kg}) \sin(-24,61) + 59,36 \sin(33,09) + (5299,8 \text{ kg}) \sin(33,09)$$

$$R_{1z} = 6041,37 \text{ Kg}$$





Análisis de resultante en punto 2, (Descenso):

$$\sum F_y = R_{2y}$$

$$R_{2y} = T_{BF} \cos\theta_F + F_R \cos\alpha_E - T_{AE} \cos\alpha_E$$

$$R_{2y} = (7481,3\text{kg})\cos(-24,61) + 59,36 \cos(33,09) - (5299,8\text{kg}) \cos(33,09)$$

$$R_{2y} = 2411,21\text{Kg}$$

$$\sum F_z = R_{Bz}$$

$$R_{2z} = T_{AE} \text{sen}\alpha_E - F_R \text{sen}\alpha_E - T_{BF} \text{sen}\theta_F$$

$$R_{2z} = (5299,86\text{kg}) \text{Sen}(33,09) - 59,36 \text{Sen}(33,09) - (7481,3 \text{ kg}) \text{Sen}(-24,61)$$

$$R_{2z} = 5976,59\text{Kg}$$

Obtenidas las resultantes en los extremos 1 y 2, se procedió a cargar estas sollicitaciones utilizando SAP2000, a continuación, se presenta la torre solicitada a cargas muertas:

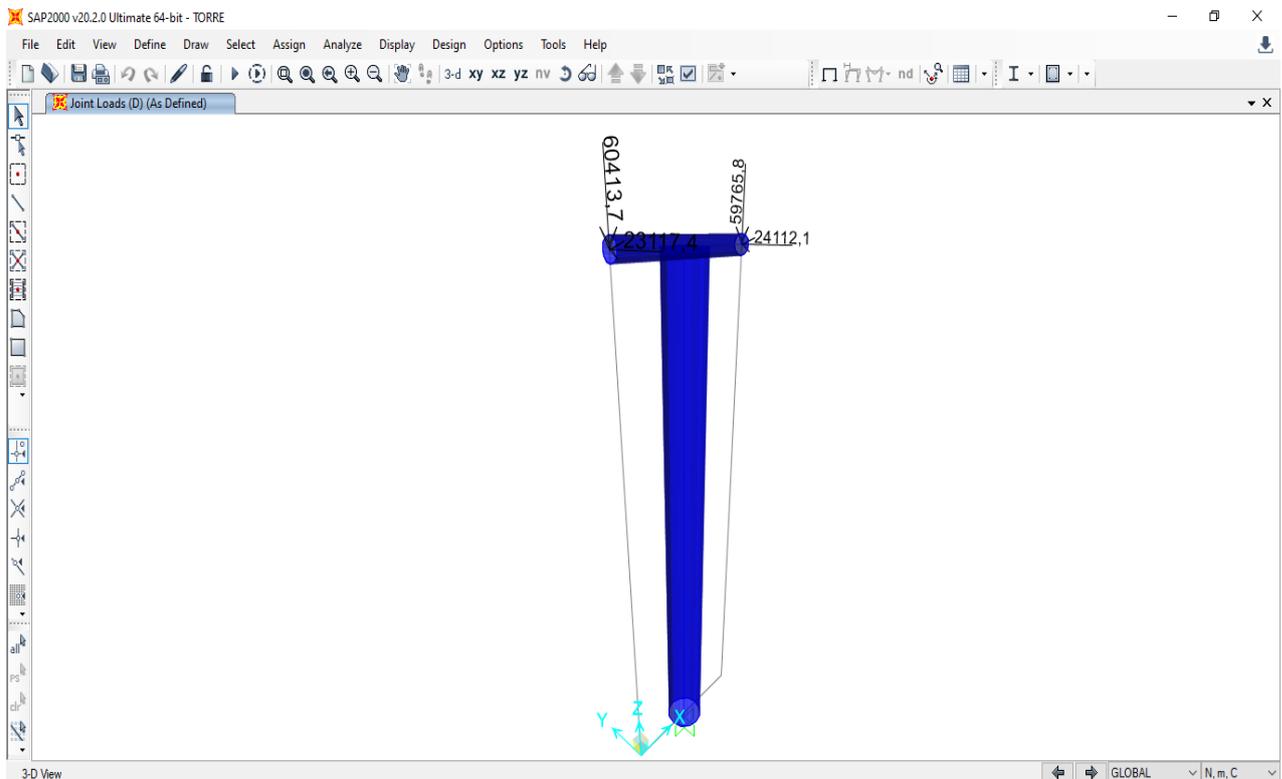
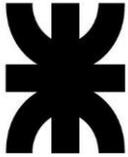


Figura 7.10 Reacciones en extremos debido a cargas muertas





7.2.3 Cargas de viento [w]:

Se considerará para el análisis la acción del viento actuando en dos direcciones, una paralela a la línea y otra perpendicular a la misma. El análisis que corresponde al viento actuando en la dirección perpendicular al tendido del cable se designa como w_1 y en la dirección paralela como w_2 , por lo tanto:

Viento perpendicular al tendido:

$$W_1 = W + W_t$$

Viento paralelo al tendido:

$$W_2 = W_t$$

Siendo:

W = viento en cable transmitido a los extremos.

W_t = viento sobre la columna de la torre

A continuación, se esquematiza la acción del viento actuando en dirección perpendicular al tendido, realizamos análisis en el extremo:

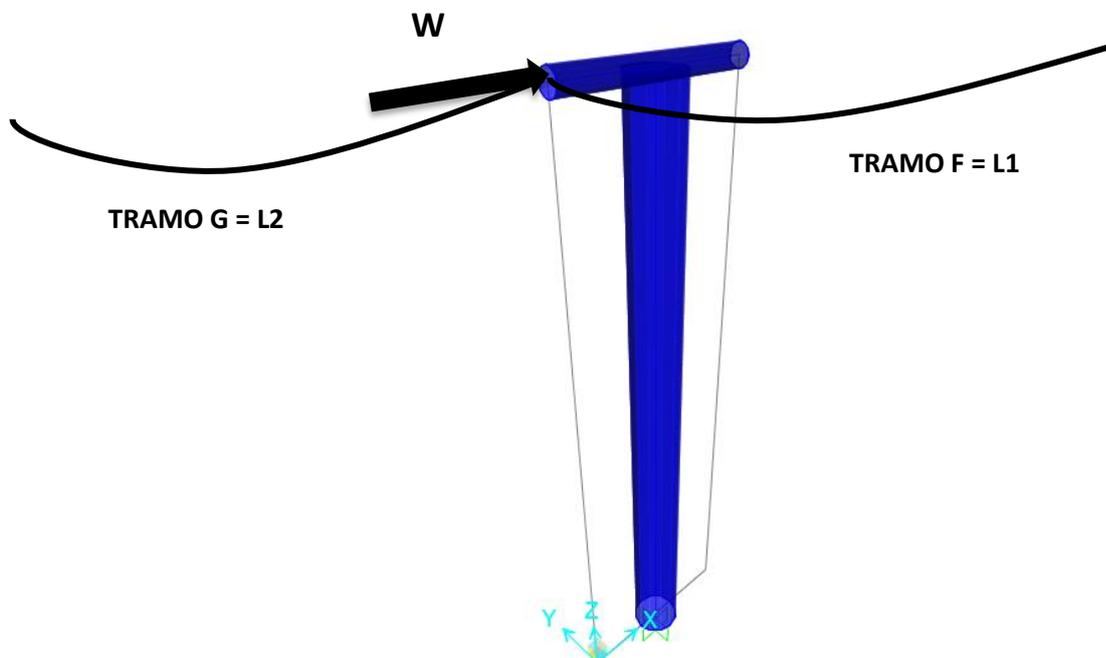
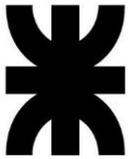


Figura 7.11 Esquema de acción del viento en dirección perpendicular al tendido





CARGA DE VIENTO

$$W_w = 0,75 \times C \times P_w \times D \times \frac{L_1 + L_2}{2}$$

$$W_w = 0,75 \times 1 \times 121 \times \left(\frac{176,89 + 162,03}{2} \right)$$

$$W_w = 615,13 \text{ Kg}$$

Donde:

C: Coeficiente aerodinámico

P_w: presión del viento

D: Diámetro del cable

L₁: Longitud de cable en tramo F

L₂: Longitud de cable en tramo G

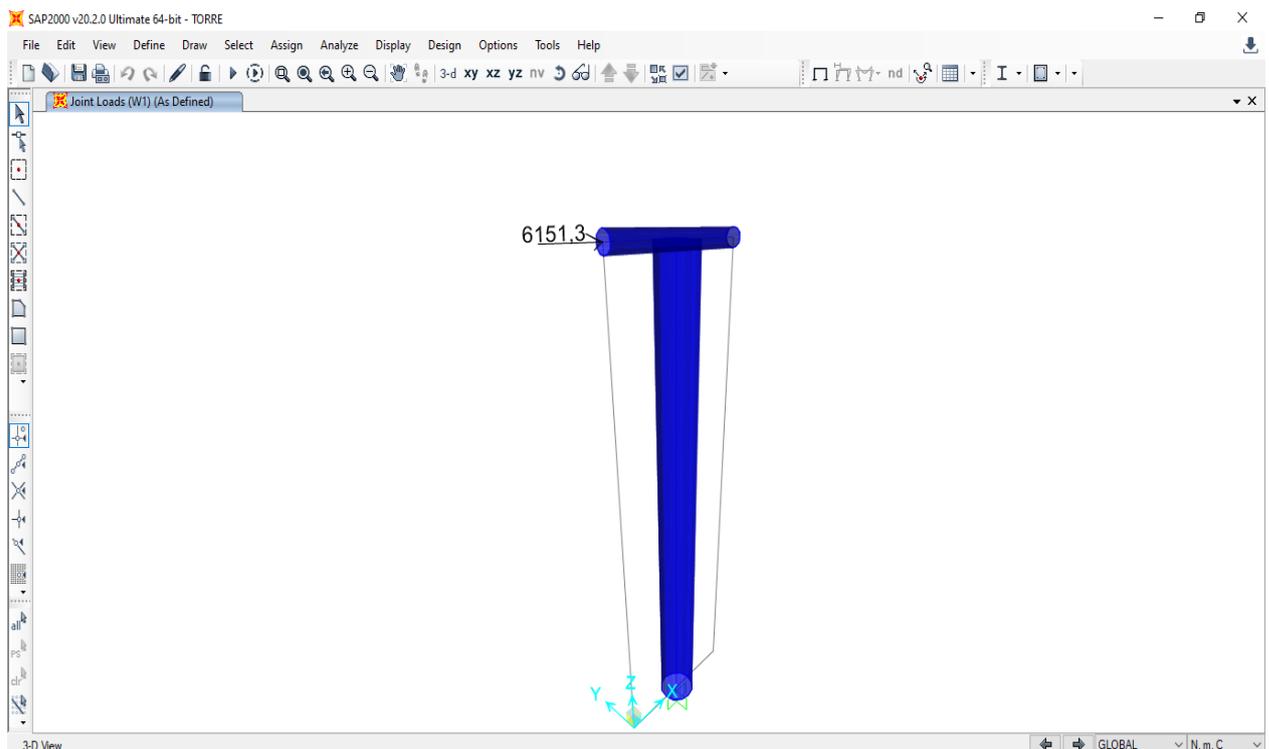
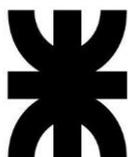


Figura 7.12 Reacciones en extremos debido a cargas de viento





A continuación, se muestra la tabla resumen de los esfuerzos debido a las diferentes acciones que actúan en los extremos 1 y 2, en las direcciones Y y Z.

CARGAS	R1Y [Kg]	R1Z [Kg]	R2Y [Kg]	R2Z [Kg]
VIVAS [L]	1350,4	2146,33	1441,53	2070,24
MUERTAS [D]	2311,74	6041,37	2411,21	5976,58

Tabla 7.9 Esfuerzos actuantes en 1 y 2

7.3 ANALISIS DE ESFUERZOS EN LA TORRE:

Es fundamental poder determinar los esfuerzos a los que se someterá la torre, para poder verificar la estabilidad de la estructura. A continuación, se presentan los esfuerzos a considerar:

7.3.1 Cargas muertas [d]:

Las cargas muertas que se consideran en el cálculo se refieren al peso propio de la estructura. Estas cargas dependerán del peso de los perfiles empleados para la torre, en la siguiente tabla se presentan los valores totales:

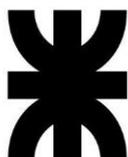
ELEMENTO	LONGITUD [m]	PESO [Kg]
Torre	12	6765.96
Travesaño	4	620.76
Tren de poleas	2u	1000,00
	Total	8386.72

Tabla 7.10 Carga muerta en torre

7.3.2 Acción de viento en torre soporte:

Los vientos fuertes pueden ser muy destructivos debido a que generan presión contra la superficie de la estructura. La intensidad de esta presión se conoce como "carga de viento". El efecto del viento dependerá del tamaño y la forma de la estructura. Por ello, es necesario calcular la carga de viento para determinar el diseño y la construcción de estructuras más seguras y más resistentes. Para la determinación de la carga de viento, se consideró como en capítulo 4, la velocidad del viento para la zona, **de 44m/s** según **reglamento CIRSOC 102**.





A continuación, se presenta un ejemplo de cálculo de las cargas de viento sobre **torre 6**, siendo ésta la más crítica.

Presión dinámica:

$$q_z = 0.613 \times K_z \times K_{zt} \times K_d \times V^2 \times I \text{ [N/m}^2\text{]}$$

Donde:

K_d: Factor direccional del viento

K_z: Coeficiente de exposición

K_{zt}: Factor topográfico

V: Velocidad básica del viento

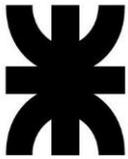
I: Factor de importancia

El factor direccional del viento K_d, se determina a partir de la **Tabla 6 del reglamento Cirsoc 102**, considerando para este caso tipo de estructura Torre, para la cual le corresponde 0,95.

Tipo de estructura	Factor de direccionalidad K _d *
Edificios	
Sistema principal resistente a la fuerza de viento	0,85
Componentes y revestimientos	0,85
Cubiertas abovedadas	0,85
Chimeneas, tanques y estructuras similares	
Cuadradas	0,90
Hexagonales	0,95
Redondas	0,95
Carteles llenos	0,85
Carteles abiertos y estructura reticulada	0,85
Torres reticuladas	
Triangular, cuadrada, rectangular	0,85
Toda otra sección transversal	0,95

Tabla 7.11 Factor de direccionalidad K_d





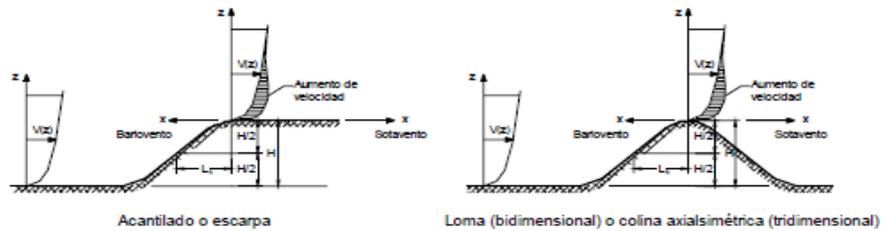
Para determinar el coeficiente de exposición KZ se utiliza la **Tabla 5 del reglamento Cirsoc 102**. Donde se considera una categoría de exposición D, por lo tanto, para una altura correspondiente a 12m altura de torre:

Altura sobre el nivel del terreno, z (m)	Exposición (Nota 1)					
	A		B		C	D
	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2	Casos 1 y 2	Casos 1 y 2
0 - 5	0,68	0,33	0,72	0,59	0,87	1,05
6	0,68	0,36	0,72	0,62	0,90	1,08
7,50	0,68	0,39	0,72	0,66	0,94	1,12
10	0,68	0,44	0,72	0,72	1,00	1,18
12,50	0,68	0,48	0,77	0,77	1,05	1,23
15	0,68	0,51	0,81	0,81	1,09	1,27
17,50	0,68	0,55	0,84	0,84	1,13	1,30
20	0,68	0,57	0,88	0,88	1,16	1,33
22,50	0,68	0,60	0,91	0,91	1,19	1,36
25	0,68	0,63	0,93	0,93	1,21	1,38
30	0,68	0,68	0,98	0,98	1,26	1,43
35	0,72	0,72	1,03	1,03	1,30	1,47
40	0,76	0,76	1,07	1,07	1,34	1,50
45	0,80	0,80	1,10	1,10	1,37	1,53
50	0,83	0,83	1,14	1,14	1,40	1,56
55	0,86	0,86	1,17	1,17	1,43	1,59
60	0,89	0,89	1,20	1,20	1,46	1,61
75	0,98	0,98	1,28	1,28	1,53	1,68
90	1,05	1,05	1,35	1,35	1,59	1,73
105	1,12	1,12	1,41	1,41	1,64	1,78
120	1,18	1,18	1,46	1,46	1,69	1,82
135	1,23	1,23	1,51	1,51	1,73	1,86
150	1,29	1,29	1,56	1,56	1,77	1,89

Tabla 15.12 Coeficiente de exposición

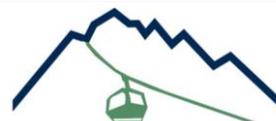
Mediante la **Figura 2** del reglamento, se determina el factor topográfico de la siguiente manera:

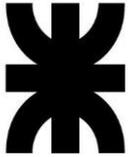
Para ingresar a la tabla la relación H/lh para la torre 6 es $148/550 = 0,27$



H/L _n	Multiplicadores topográficos para exposición C											
	Multiplicador K ₁				x/L _n	Multiplicador K ₂			z/L _n	Multiplicador K ₃		
	Loma bidim.	Escarpa bidim.	Colina tridim. axialsim.	Escarpa bidim.		Todos los otros casos	Loma bidim.	Escarpa bidim.		Colina tridim. axialsim.		
0,20	0,29	0,17	0,21	0,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00		
0,25	0,30	0,21	0,26	0,00	0,88	0,67	0,10	0,74	0,78	0,67		
0,30	0,43	0,26	0,32	1,00	0,75	0,33	0,20	0,55	0,61	0,45		
0,35	0,51	0,30	0,37	1,50	0,50	0,00	0,30	0,44	0,47	0,30		
0,40	0,58	0,34	0,42	2,00	0,50	0,00	0,40	0,30	0,37	0,20		
0,45	0,65	0,38	0,47	2,50	0,38	0,00	0,50	0,22	0,29	0,14		
0,50	0,72	0,43	0,53	3,00	0,25	0,00	0,60	0,17	0,22	0,09		
				3,50	0,13	0,00	0,70	0,12	0,17	0,06		
				4,00	0,00	0,00	0,80	0,09	0,14	0,04		
							0,90	0,07	0,11	0,03		
							1,00	0,05	0,08	0,02		
							1,50	0,01	0,02	0,00		
							2,00	0,00	0,00	0,00		

Tabla 7.13 Factor topográfico





Por lo tanto:

$$K_{zt} = (1 + K_1 \times K_2 \times K_3)^2$$

$$K_{zt} = (1 + 0,26 \times 0,75 \times 0,61)^2$$

$$K_{zt} = 1,25$$

Se adopta para este tipo de estructura al tratarse de un edificio que cumple solo funciones turísticas, una categoría II, de modo que el factor es el siguiente:

Categoría	<i>I</i>
I	0,87
II	1,00
III	1,15
IV	1,15

Tabla 7.14 Factor de importancia

Por lo tanto:

$$q_z = 0.613 \times K_z \times K_{zt} \times K_d \times V^2 \times I \text{ [N/m}^2\text{]}$$

$$q_z = 0.613 \times 1,23 \times 1,25 \times 0,95 \times 44^2 \times 1 \text{ [N/m}^2\text{]}$$

$$q_z = 1733,4 \text{ [N/m}^2\text{]}$$

7.3.3 Cargas de viento de diseño:

Área de torre expuesta al viento:



H = 12m

$$A = \varnothing \times \text{Altura de torre}$$

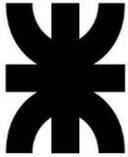
$$A = 1,20 \times 12,00$$

$$A_p = 14,4 \text{ m}^2$$

$$F_w = 1733,4 \times 14,4 = 24960,09 \text{ N}$$

$$F_w = 208 \text{ kg/m}$$





A continuación se esquematiza la acción del viento actuando en la torre, en la dirección X e Y, la cual corresponde a una fuerza de 208 kg/m, como se muestra:

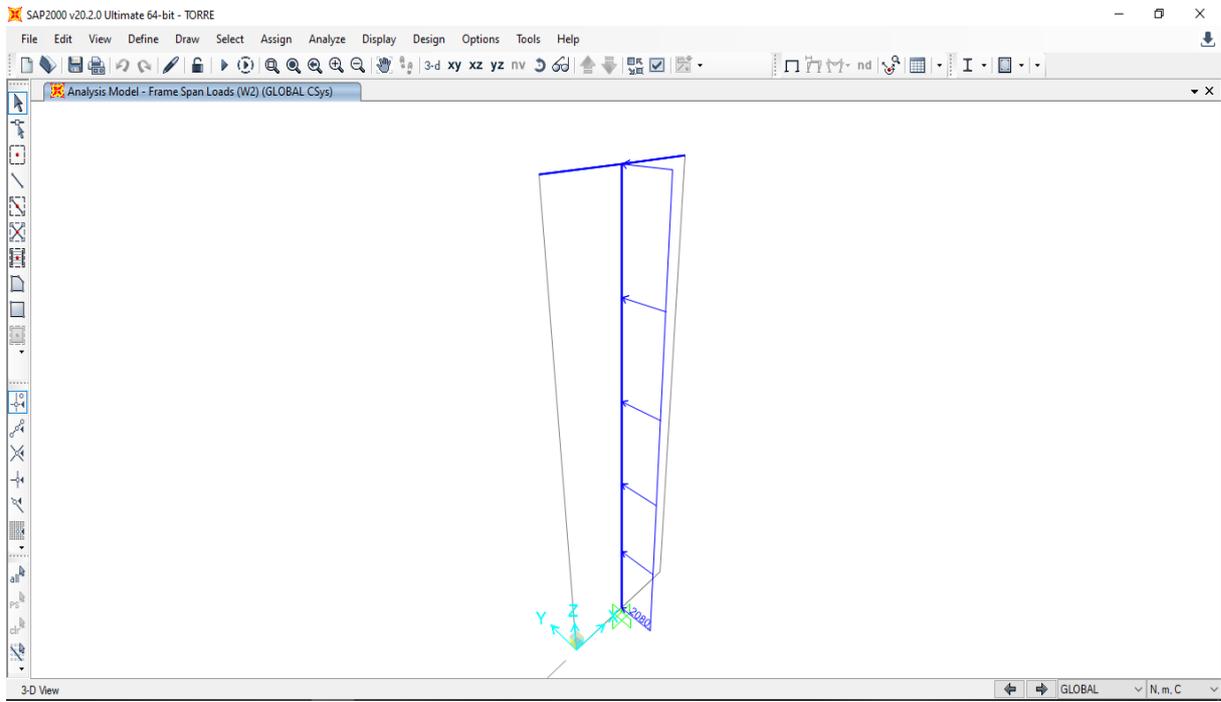


Figura 7.13 Acción del viento paralelo al tendido, sobre torre.

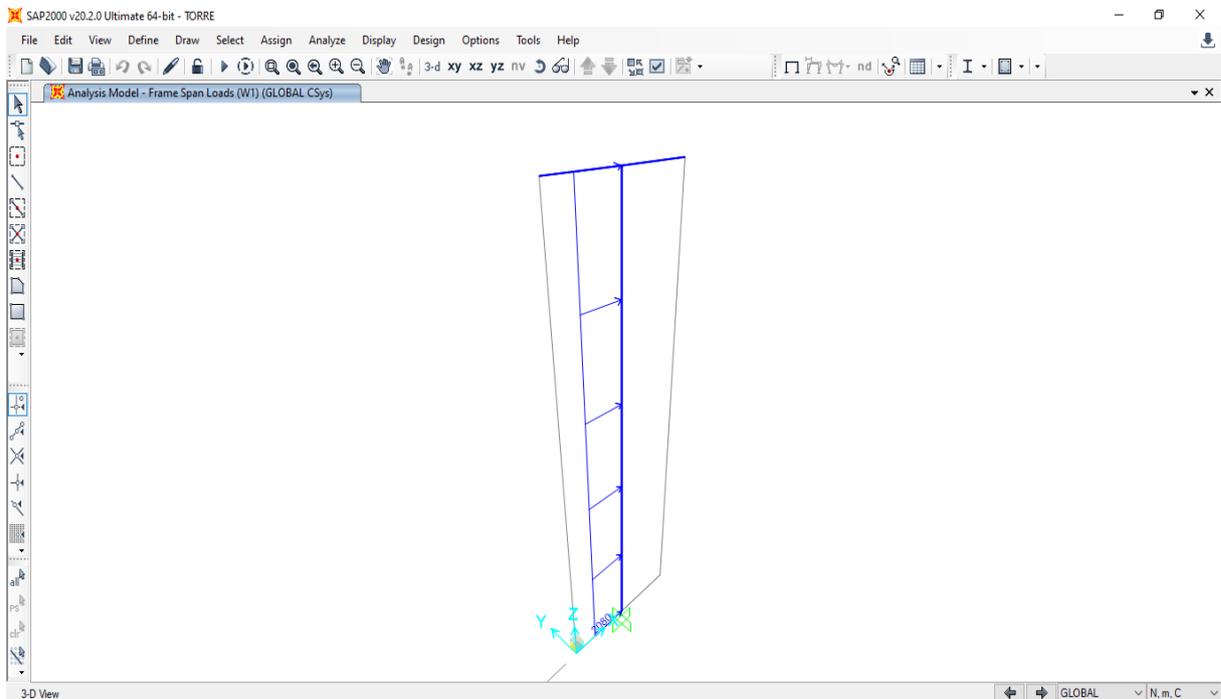
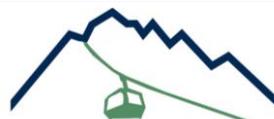
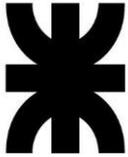


Figura 7.14 Acción del viento perpendicular o al tendido, sobre torre.





7.4 ACCIONES SÍSMICAS:

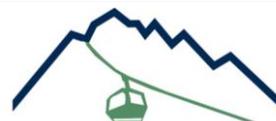
La acción sísmica se evaluará considerando la base de la Torre sometida a un movimiento representativo del terremoto de diseño. El procedimiento del cálculo a seguir será de acuerdo al **método estático**, el cual se adopta en función del destino, la altura y el grado de regularidad de la estructura.

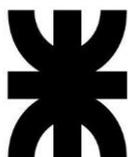
7.4.1 Zonificación sísmica

El proyecto se desarrolla en la ciudad capital de La Rioja, por lo tanto de acuerdo con la clasificación de zonas sísmicas establecidas para el país, en función de la peligrosidad sísmica corresponde zona 2.

<i>Zona sísmica</i>	<i>Peligrosidad</i>
0	Muy reducida
1	Reducida
2	Moderada
3	Elevada
4	Muy elevada

Tabla 7.15 Zona sísmica





7.4.2 Clasificación del sitio de emplazamiento de la construcción

El sistema teleférico se emplazará en el cerro “El Morro”, por lo tanto, el perfil de suelo correspondiente en el sitio es roca dura.

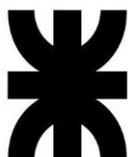
Tipo espectral	Sitio	DESCRIPCIÓN DEL PERFIL DE SUELOS	PROPIEDADES DE SUELO PROMEDIO		
			Velocidad media de la onda de corte, V_{sm} (m/s)	Nº de golpes medio del ensayo de penetración normalizado N_m	Resistencia media al corte no drenado S_{um} (kPa)
Tipo 1	SA	Formación de roca dura, con presencia superficial y escasa meteorización.	>1500	-	-
	SB	Formación de roca dura con pequeña capa de suelo denso y/o roca meteorizada <3m	760 a 1500	-	-
	SC	Formación de roca blanda o meteorizada que No cumple con SA y SB. Gravas y/o arenas muy densas. Suelo cohesivo pre-consolidado, muy duro. Gravas y/o arenas de densidad media.	360 a 760	>50	>100
Tipo 2	SD	Suelo cohesivo consistente, de baja plasticidad. Gravas y/o arenas de baja densidad.	180 a 360	15 a 50	50 a 100
Tipo 3	SE	Suelo cohesivo blando de baja plasticidad.	<180	<15	< 50
SF		Suelos dinámicamente inestables. Requieren estudios especiales.			

Tabla 7.16 Tipo de suelo

7.4.3 Clasificación de la construcción según su destino y función

En cuanto a la clasificación, la misma se determina en base al reglamento CIRSOC 103 Parte I basado en las estructuras sismoresistentes. De ésta manera la estructura del teleférico debe soportar de manera adecuada los fenómenos sísmicos que pudieran ocurrir de acuerdo a la zona en la que se encuentra nuestra ciudad, por lo que se adopta “Construcciones tipo A”, el cual encuadra a las construcciones o instalaciones cuyo colapso tiene gran repercusión debido a la ocupación o el uso. De manera que se adopta el **Grupo A**, y un coeficiente $\gamma = 1,3$.



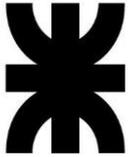


7.4.4 Factores de comportamiento

Mater.	Nº	Tipo Estructural	R	C_d	Ω_o
Estructuras de acero	Pórticos No Arriostrados				
	18	Especiales	7	5,5	3
	19	Intermedios	4,5	4	3
	20	Convencionales	3	3	3
	21	Con vigas reticuladas	6	5,5	3
	Pórticos Arriostrados				
	22	Especiales arriostrados concéntricamente	5	5,5	2
	23	Convencionales arriostrados concéntricamente	3	3	2
	24	Arriostrados excéntricamente	7	4	2
	Sistemas Duales. Pórticos No Arriostrados Especiales capaces de resistir al menos el 25% del corte basal, combinados con:				
	25	Pórticos especiales arriostrados concéntricamente	6	5,5	2,5
	26	Pórticos convencionales arriostrados concéntricamente	4	4	2,5
	27	Pórticos arriostrados excéntricamente	7	4	2,5
	Sistemas Duales. Pórticos No Arriostrados Intermedios capaces de resistir al menos el 25% del corte basal, combinados con:				
28	Pórticos especiales arriostrados concéntricamente	5	5	2,5	
29	Pórticos convencionales arriostrados concéntricamente	3,5	3	2,5	
30	Columnas en voladizo	2,5	2,5	1,5	

Tabla 7.17 Factor de comportamiento





7.4.5 Periodo fundamental aproximado

Se determina de la siguiente manera:

$$T_a = C_r \times (H)$$

donde:

<i>Tipo Estructural</i>	C_r	x
Sistemas tipo pórtico de acero que resisten el 100% del corte basal requerido sin incorporación de componentes que restrinjan deformaciones (p. ej. mampostería, diagonales).	0,0724	0,80
Sistemas tipo pórtico de hormigón armado que resisten el 100% del corte basal sin incorporación de componentes que restrinjan deformaciones (p. ej. mampostería, diagonales).	0,0466	0,90
Sistemas tipo pórticos de acero con diagonales excéntricas o diagonales de pandeo restringido.	0,0731	0,75
Otros sistemas estructurales	0,0488	0,75

Tabla 15.18 Tipo estructural

siendo:

H: altura de torre soporte = 12m

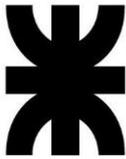
$$T = T_a = 0,315 \text{ Seg}$$

15.4.6 Periodo fundamental Máximo:

El valor del periodo a utilizar en el análisis no excederá:

$$T \leq C_u \times T_a$$





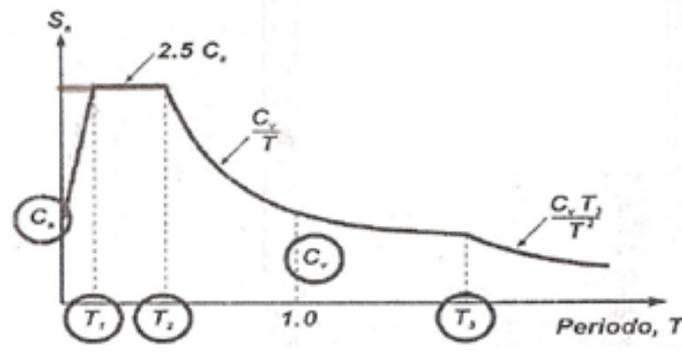
a_s	C_u
$\geq 0,35$	1,40
0,25	1,45
0,15	1,60
$\leq 0,08$	1,70
Pueden interpolarse valores intermedios	

Tabla 7.19 Periodo fundamental

$$T \leq C_u \times T_a$$

$$T \leq 0,51 \text{ Seg}$$

7.4.7 Determinación de espectro de diseño:



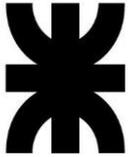
Donde:

$$T_2 = C_v / 2,5 \times C_a$$

Tipo Espectral (Sitio)	Zona Sísmica							
	4		3		2		1	
	$a_s = 0,3g$		$a_s = 0,2g$		$a_s = 0,1g$		$a_s = 0,0g$	
	C_a	C_v	C_a	C_v	C_a	C_v	C_a	C_v
1 (S_A, S_B, S_C)	$0,37N_a$	$0,51N_v$	$0,29N_a$	$0,39N_v$	0,18	0,25	0,09	0,13
2 (S_b)	$0,40N_a$	$0,59N_v$	$0,32N_a$	$0,47N_v$	0,22	0,32	0,12	0,18
3 (S_E)	$0,36N_a$	$0,90N_v$	$0,35N_a$	$0,74N_v$	0,30	0,50	0,19	0,26

Tabla 7.20 Coeficientes a_s





$$T_2 = C_v / 2,5 \times C_a$$

$$T_2 = 0,25 / 2,5 \times 0,18$$

$$T_2 = 0,56$$

$$T_1 = 0,2 \times T_2$$

$$T_1 = 0,12$$

Zona sísmica	T_3 (s)
4	13
3	8
2	5
1	3

Tabla 7.21 Zona sísmica

Según los periodos que se calcularon, la expresión de S_a que se utilizará será la del 2° caso:

$$S_a = C_s (1 + 1,5 \cdot T / T_1) \quad \text{para } T \leq T_1$$

$$S_a = 2,5 C_s \quad \text{para } T_1 < T \leq T_2$$

$$S_a = C_v / T \quad \text{para } T_2 < T \leq T_3$$

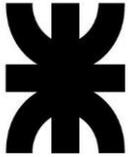
$$S_a = C_v \cdot T_3 / T^2 \quad \text{para } T > T_3$$

Por lo tanto:

$$S_a = 2,5 \times C_a$$

$$S_a = 0,45$$





7.4.8 Acciones horizontales:

Coefficiente sísmico de diseño:

Debido a que el periodo $T < T_2$, la expresión que se utilizará será la siguiente:

$$C = (2,5 \times C_a \times \gamma_r) / R$$

$$C = (2,5 \times 0,18 \times 1,3) / 7$$

$$C = 0,084$$

Determinación de corte Basal:

$$V_o = C \times W$$

Para la determinación del peso total de la estructura, se tendrá en cuenta todas las cargas que actúan sobre ella:

- Carga distribuida del cable
- Peso de Cabinas
- Peso de ocupantes
- Peso de tren de poleas
- Peso de Torres

Por lo tanto, el corte basal quedara determinado de esta manera:

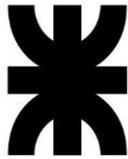
Carga distrib. Cable =	6	kg/m
Long. Cable N°1 =	112.87	m
Long. Cable N°2 =	176.89	m
Peso del Cable =	1738.56	kg
Peso Ocupantes (2)=	800	kg
Peso Cabina (2) =	1000	kg
Peso de tren de poleas (2) =	1000	kg
Peso de la Torre =	7386,7	Kg
Peso Total =	11925,26	kg
	116,95	Kn

Tabla 7.22 Peso total

$$V_o = 0,084 \times 116,95 \text{ Kn}$$

$$V_o = 9,8 \text{ Kn}$$





7.5 COMBINACIONES DE CARGAS:

Las combinaciones de cargas que se emplearan en el análisis estructural, en el programa SAP2000, son las que están preestablecidas por el reglamento Argentino, **CIRSOC 301**(estados limites), adoptada por especificaciones base **AISC-LRFD/99**. Estas combinaciones son:

7.5.1 Para solicitaciones ultimas:

1. $1,4 D$
2. $1,2 D + 1,6 L$
3. $1,2 D + 1,5 W + 0,5 L$
4. $1,2 D + 1,0 E$
5. $0,9 D + 1,5 W$

Además, el reglamento prevé verificar una combinación adicional para estructuras tipo puente grúa o monorriel, por lo tanto, para este tipo de estructura, se deberá verificar además la siguiente combinación:

6. $1,2D + 1,6L + 0,8W$

7.5.2 Para cargas de servicio:

1. $D + W + L$
2. $0,6D + W$
3. $D + 0,7 E + L$

A continuación, se presentan las combinaciones definidas en el programa SAP2000:



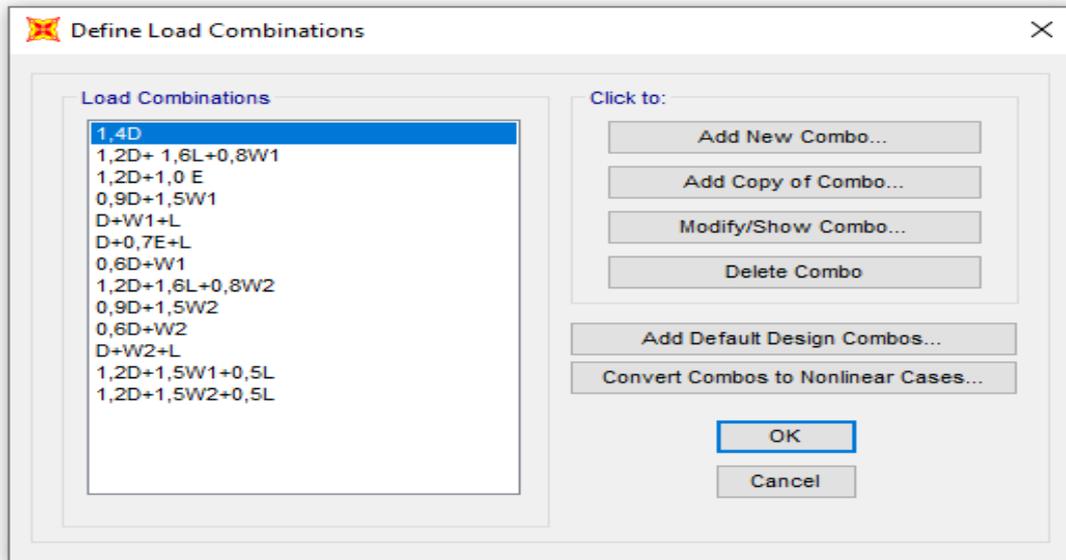
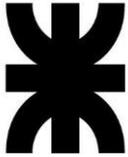


Figura 7.15 combinaciones de cargas

A Continuación, se presentan las tablas resumen de las solicitaciones actuantes en la estructura:

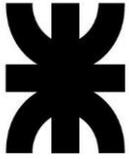
EXTREMO TORRE						
CARGAS	R1Y [Kg]	R1Z [Kg]	R1X [Kg]	R2Y [Kg]	R2Z [Kg]	R2X [Kg]
VIVAS [L]	1350,4	2146,33	-	1441,53	2070,24	-
MUERTAS [D]	2311,74	6041,37	-	2411,21	5976,58	-
VIENTO [W]	-	-	615,13	-	-	615,13

Tabla 7.23 solicitaciones en extremos de torre

TORRE	
CARGAS	RY [Kg]
VIENTO [W]	208 Kg/m
MUERTAS [D]	8386,72
SISMO [E]	999,32

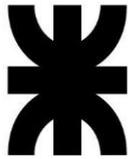
Tabla 7.24 solicitaciones en torre





Con estas solicitaciones, se procede en el capítulo 8 a verificar, si las secciones que se adoptaron para la torre soporte serán suficientes o será necesario aumentar su diámetro.





CAPITULO OCHO

VERIFICACIÓN DE TORRE SOPORTE

8.1 INTRODUCCIÓN:

El cálculo y verificación estructural del proyecto se realiza en base al reglamento argentino **CIRSOC 301-EL**. Este reglamento sigue las especificaciones de las AISC-LRRD, dicho organismo agrupa las principales empresas productoras de acero estructural de los Estados Unidos, diseñadores, fabricantes de estructuras metálicas, empresas dedicadas al montaje y supervisión, por lo tanto esta norma es considerada una de las herramientas más completas para el diseño de este tipo de estructuras.

8.2 ELEMENTO SOMETIDO A COMPRESIÓN:

La estructura en su conjunto y cada uno de los elementos estructurales que la componen deben estar en equilibrio estable, cuando ésta es sometida a las solicitaciones resultantes de las distintas acciones que soporta durante su vida útil.

Teniendo en cuenta que toda solicitación aplicada sobre la estructura la deforma, para garantizar su estabilidad realizamos el cálculo y verificación de la misma

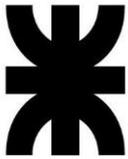
8.2.1 Longitud efectiva:

Se definieron las alturas de las columnas, tratando de unificarlas en los diferentes tramos del sistema para simplificar la elaboración de las torres y disminuir costos de fabricación, de esta manera se determinó que la altura para todas las torres del sistema será de **12 metros**.

A fin de asimilar el comportamiento de la columna a la de una barra biarticulada se utiliza el concepto de longitud efectiva. Definiendo la longitud efectiva en términos de su longitud total, la carga crítica de Euler estará dada por:

$$P_{cri} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{(K \cdot L)^2}$$





Donde:

E: Módulo de elasticidad

I: Inercia de la sección transversal

K: Factor de longitud efectiva

L: Longitud de la columna

P_{crit}: Carga crítica de Euler

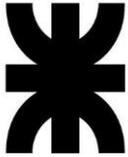
La **tabla 8.1** indica valores teóricos de K para seis condiciones ideales con nudos perfectamente articulados o empotrados y también valores recomendados para el diseño. El cual se elige, de acuerdo a la situación de la columna real, el caso teórico más aproximado.

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
La geometría de la columna deformada por pandeo se indica en línea de puntos						
Valor teórico de K	0,5	0,7	1,0	1,0	2,0	2,0
Valor de K de diseño cuando la estructura se aproxima a las condiciones ideales	0,65	0,80	1,2	1,0	2,10	2,0
Referencia de las condiciones de vínculo de los extremos						
		Rotación impedida, traslación impedida				
		Rotación libre, traslación impedida				
		Rotación impedida, traslación libre				
		Rotación libre, traslación libre				

Tabla 8.1 Factores de longitud efectiva para columnas

Fuente: estructuras metálicas- proyectos por estado límite- Gabriel Troglia- Capítulo 4.





8.2.2 Análisis a compresión:

En las estructuras en general se presentan varias posibilidades de inestabilidad, específicamente en las torres de un sistema teleférico dichas posibilidades son mayores. Es por ello que se deberá asegurar a través del cálculo y el dimensionamiento, una estabilidad global y local de todo el sistema. En las columnas (Torres), el pandeo puede ocurrir cuando la carga excede la carga crítica ya sea en el rango elástico o inelástico. Es por ello que debe diseñarse de tal manera que no se genere el pandeo, para comenzar con el dimensionamiento se adoptará una sección de **48 pulgadas de diámetro y 15.9mm** de espesor.

$$F_{cri} = \frac{\pi^2 \cdot Ee}{(K \cdot L/r)^2}$$

Donde:

Ee: Módulo efectivo de elasticidad

r min: Radio mínima de giro de la sección transversal.

K.L/ r : Relación de esbeltez.

Para el análisis de la sección, se adopta un diámetro de 48 pulgadas y de 15.9 mm de espesor, además se considera un factor de longitud efectiva de 2,1.

$$\lambda = \frac{K \cdot L}{r}$$

Donde:

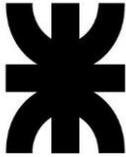
r = 0.425 m (tabla reglamento 301/302 EL)

L= 12m

K= 2,1

$$\lambda = \frac{2,1 \times 12(m)}{0,425(m)} = 59,29$$





8.2.3 Resistencia de diseño (Kn):

$$R_d = \phi_c \cdot P_n$$

Donde:

ϕ_c : factor de resistencia = 0.85

P_n : Resistencia nominal

16.2.4 Resistencia Nominal P_n :

$$P_n = A_g \cdot F_{cr} \cdot (0,1)$$

Donde:

A_g : Área bruta de la sección transversal (cm^2)

F_{cr} : Tensión crítica (Mpa)

A continuación, se determina la esbeltez reducida λ_c que nos permitirá determinar, la tensión crítica de la siguiente manera:

$$\lambda_c = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} \left(\frac{K \cdot L}{r} \right)$$

$$\lambda_c = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{355}{200000}} \times 59,29$$

$$\lambda_c = 0,80$$

Obteniendo una esbeltez reducida $\lambda_c < 1,5$ la tensión crítica se determina de la siguiente manera:

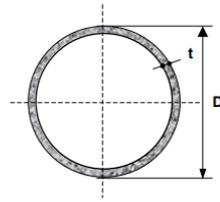
$$F_{cr} = 0,658^{\lambda_c^2} \cdot f_y$$

$$F_{cr} = 0,658^{0,8^2} \cdot 355$$

$$F_{cr} = 271,57 \text{ Mpa}$$

Como se mencionó en el capítulo 7, se dimensionó la sección de la torre, utilizando las tablas de perfiles para tubos estructurales provistas por el reglamento CIRSOC 301:





D = Diámetro exterior
t = Espesor de pared
p = Área exterior por metro lineal
A = Sección bruta
g = Peso por metro lineal
I = Momento de Inercia
S = Módulo elástico resistente
r = Radio de giro
Z = Módulo plástico
J = Módulo de Torsión
C = Constante torsional

Figura 8.1 tubos de acero de sección circular

D	t	p	Ag	g	I	S	r	Z	J	C
[mm]	[mm]	[m ² /m]	[cm ²]	[Kg/m]	[cm ⁴]	[cm ³]	[cm]	[cm ³]	[cm ⁴]	[cm ³]
1219.2	9.53	3.83	362.17	284.30	662487	10868	42.77	13948	1324973	21894
	11.10	3.83	421.28	330.71	768643	12609	42.71	16204	1537286	25435
	12.70	3.83	481.37	377.88	875972	14370	42.66	18491	1751944	29024
	15.87	3.83	599.95	470.96	1086083	17816	42.55	22986	2172167	36078
	19.05	3.83	718.26	563.83	1293503	21219	42.44	27447	2587006	43079
1320.8	9.53	4.15	392.59	308.18	843818	12777	46.36	16390	1687636	25726
	11.10	4.15	456.71	358.52	979323	14829	46.31	19044	1958647	29893
	12.70	4.15	521.91	409.70	1116411	16905	46.25	21736	2232821	34118
	15.87	4.15	650.60	510.72	1385030	20973	46.14	27031	2770061	42428
	19.05	4.15	779.06	611.56	1650544	24993	46.03	32290	3301089	50682
1422.4	9.53	4.47	423.00	332.06	1055543	14842	49.95	19028	2111085	29867
	11.10	4.47	492.14	386.33	1225362	17229	49.90	22113	2450724	34711
	12.70	4.47	562.45	441.52	1397255	19646	49.84	25244	2794509	39624
	15.87	4.47	701.25	550.48	1734346	24386	49.73	31404	3468692	49292
	19.05	4.47	839.87	659.30	2067900	29076	49.62	37527	4135799	58902
1524	9.53	4.79	453.42	355.94	1300016	17061	53.55	21863	2600031	34317
	11.10	4.79	527.57	414.15	1509501	19810	53.49	25412	3019003	39888
	12.70	4.79	602.98	473.34	1721642	22594	53.43	29014	3443285	45541
	15.87	4.79	751.91	590.25	2137951	28057	53.32	36104	4275903	56670
	19.05	4.79	900.67	707.03	2550276	33468	53.21	43157	5100553	67739
1828.8	12.70	5.75	724.59	568.80	2987450	32671	64.21	41896	5974901	65763
	15.87	5.75	903.87	709.54	3713725	40614	64.10	52172	7427451	81891
	19.05	5.75	1083.09	850.22	4434609	48497	63.99	62407	8869218	97956

Tabla 8.2 Tabla de perfiles circosoc 301

Resistencia Nominal Pn

$$P_n = A_g \cdot F_c \cdot (0,1)$$

$$P_n = (599,95) \cdot (271,57) \cdot 0,1$$

$$P_n = 16292,84 \text{ KN}$$

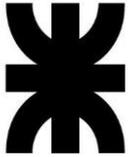
Por lo tanto:

Resistencia de diseño (Kn)

$$R_d = 0,85 \cdot 16292,84 = 13848,9 \text{ KN}$$

Fuente: estructuras metálicas- proyectos por estado límite- Gabriel Troglia- Capitulo 4- Pag. 125





8.3 ANÁLISIS A FLEXIÓN:

Se analizarán los estados límites para la flexión, según como muestra el capítulo 7 del libro “estructuras metálicas proyectos por estados límites- Cirsoc 301, de la siguiente manera:

- Acción de **momento Flector**.
- Acción de **esfuerzo de corte**

Para cada estado límite le corresponderá una resistencia de diseño R_d

$$R_d = \theta \cdot R_n$$

ACCIÓN MOMENTO FLECTOR:

8.3.1 Plastificación:

$$M_p = Z_p \text{ (cm}^3\text{)} \cdot F_y \text{ (Mpa)} \cdot 10^{-3}$$
$$M_p = 22986 \text{ (cm}^3\text{)} \cdot 355 \text{ (Mpa)} \cdot 10^{-3}$$
$$M_p = 8160,03 \text{ [KNm]}$$

Además, para evitar que se produzcan, en estado de servicio deformaciones plásticas se debe cumplir lo siguiente:

$$M_n = M_p = Z \cdot F_y \leq 1,5 M_y$$

Donde:

M_y = momento elástico = $S \cdot F_y$

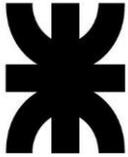
$$M_y = 17816 \times 355 \times 10^{-3}$$

$$M_y = 6324,68$$

$$M_p \leq 1,5 \times 6324,68$$

$$M_p \leq 9487,02$$





8.3.2 Pandeo local del alma:

Mediante la Tabla 16.3, se determina las relaciones de esbeltez correspondiente para la sección, de esta manera se compara con los límites λ_p y λ_r :

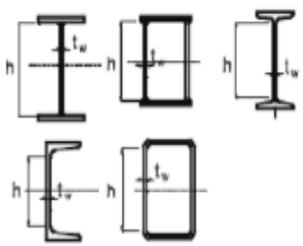
Caso	Descripción del Elemento	Elemento	Relación ancho/ Espesor	λ_{yp} (j)	λ_p	λ_r
7	Almas de perfiles "te" en compresión axil.		D/t	No aplicable	No aplicable	$\frac{335}{\sqrt{F_y}}$
B) ELEMENTOS RIGIDIZADOS						
8 ^a	Elementos tubulares de sección circular en compresión axil		D/t	No aplicable	No aplicable	$\frac{22000}{F_y}$
8 ^b	Elementos tubulares de sección circular en flexión		D/t	$\frac{9000}{F_y}$	$\frac{14000}{F_y}$	$\frac{62000}{F_y}$
9	Almas comprimidas por flexión (i)		H/t _w	$\frac{1370}{\sqrt{F_y}}$ (l)	$\frac{1680}{\sqrt{F_y}}$ (e) (k)	$\frac{2550}{\sqrt{F_y}}$ (t)

Tabla 8.3 Tabla B. 5.1- Estructuras metálicas proyecto por estados límites.

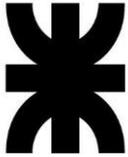
$$\lambda = \frac{D}{t} = \frac{1219.2}{15.84} = 76,96$$

$$\lambda_p = \frac{14000}{f_y} = \frac{14000}{355} = 39,43$$

$$\lambda_r = \frac{62000}{f_y} = \frac{62000}{355} = 174,64$$

$$\lambda_p < \lambda < \lambda_r$$





Por lo tanto, la expresión que se utilizará para la determinación del momento nominal será:

$$M_n = M_p - (M_p - M_r) \left(\frac{\lambda - \lambda_p}{\lambda_r - \lambda_p} \right)$$

Donde:

$$M_r = Re \cdot F_y \cdot S_x \cdot (10)^{-3}$$

$$M_r = 1.355.17816 \cdot (10)^{-3}$$

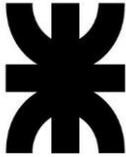
$$M_r = 6324,68 [\text{KNm}]$$

Por lo tanto:

$$M_n = 8160,03 - (8160,03 - 6324,68) \left(\frac{76,96 - 39,43}{174,64 - 39,43} \right)$$

$$M_n = 7650,59 [\text{KNm}]$$





8.4 SOLICITACIONES ÚLTIMAS EN TORRE SOPORTE:

Mediante la modelación de la torre por medio del **SAP2000**, se pudo calcular las solicitaciones ultimas que se muestran detalladas en la siguiente tabla:

Frame	Statio	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3	FrameEle	ElemStati
Text	m	Text	Text	N	N	N	N-m	N-m	N-m	Text	m
5	0	1,4D	Combination	-253965,58	9,55E-13	66121,3	2785,16	793455,6	-1814,12	5-1	0
5	12	1,4D	Combination	-176764,75	9,55E-13	66121,3	2785,16	-1,63E-10	-1814,12	5-1	12
5	0	1,2D+1,6L+0,8W1	Combination	-285149,91	24889,04	101346,28	5303,44	1216155,36	174870,64	5-1	0
5	12	1,2D+1,6L+0,8W1	Combination	-218977,76	4921,04	101346,28	5303,44	-4,657E-11	-3989,84	5-1	12
5	0	1,2D+1,0E	Combination	-217684,79	8,185E-13	56675,4	2387,28	680104,8	-1554,96	5-1	0
5	12	1,2D+1,0E	Combination	-151512,64	8,185E-13	56675,4	2387,28	-1,397E-10	-1554,96	5-1	12
5	0	0,9D+1,5W1	Combination	-163263,59	46666,95	42506,55	1790,46	510078,6	334197,18	5-1	0
5	12	0,9D+1,5W1	Combination	-113634,48	9226,95	42506,55	1790,46	-1,048E-10	-1166,22	5-1	12
5	0	1,2D+1,6L+0,8W2	Combination	-285149,91	2,092E-12	121314,28	5303,44	1335963,36	-3989,84	5-1	0
5	12	1,2D+1,6L+0,8W2	Combination	-218977,76	2,092E-12	101346,28	5303,44	-2,328E-11	-3989,84	5-1	12
5	0	0,9D+1,5W2	Combination	-163263,59	6,139E-13	79946,55	1790,46	734718,6	-1166,22	5-1	0
5	12	0,9D+1,5W2	Combination	-113634,48	6,139E-13	42506,55	1790,46	-6,112E-11	-1166,22	5-1	12
5	0	1,2D+1,5W1+0,5L	Combination	-238767,64	46666,95	70635,05	3298,58	847620,6	333047,54	5-1	0
5	12	1,2D+1,5W1+0,5L	Combination	-172595,49	9226,95	70635,05	3298,58	-1,106E-10	-2315,86	5-1	12
5	0	1,2D+1,5W2+0,5L	Combination	-238767,64	46666,95	70635,05	3298,58	847620,6	333047,54	5-1	0
5	12	1,2D+1,5W2+0,5L	Combination	-172595,49	9226,95	70635,05	3298,58	-1,106E-10	-2315,86	5-1	12
7	4	1,4D	Combination	0	-83672,12	-33756,94	0	-6,519E-10	-2,797E-11	7-2	2
7	4	1,2D+1,6L+0,8W1	Combination	0	-104842,8	-51999	0	-1,118E-09	-3,562E-11	7-2	2
7	4	1,2D+1,0E	Combination	0	-71718,96	-28934,52	0	-5,588E-10	-2,398E-11	7-2	2
7	4	0,9D+1,5W1	Combination	0	-53789,22	-21700,89	0	-4,191E-10	-3,981E-11	7-2	2
7	4	1,2D+1,6L+0,8W2	Combination	0	-104842,8	-51999	0	-1,118E-09	-2,398E-11	7-2	2
7	4	0,9D+1,5W2	Combination	0	-53789,22	-21700,89	0	-4,191E-10	-1,798E-11	7-2	2
7	4	1,2D+1,5W1+0,5L	Combination	0	-82070,16	-36142,17	0	-7,334E-10	-4,58E-11	7-2	2
7	4	1,2D+1,5W2+0,5L	Combination	0	-82070,16	-36142,17	0	-7,334E-10	-4,58E-11	7-2	2

Tabla 8.4 Solicitaciones Ultimas

Se puede observar en la tabla 8.4 que la combinacion que arroja las mayores solicitaciones para el elemento 5, que corresponde a la torre Soporte, es:

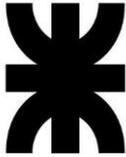
A continuacion se presentan las solicitaciones ultimas a utilizar en el calculo:

SOLICITACIONES ÚLTIMAS - 1,2D + 1,6L + 0,8W1		
Pu [KN]	Mux [KNm]	Muy [KNm]
285,15	1216,15	174,87

Tabla 8.5 resumen de Solicitaciones Ultimas

SOLICITACIONES ÚLTIMAS - 1,2D + 1,6L + 0,8W2		
Pu [KN]	Mux [KNm]	Muy [KNm]
285,15	1335,96	3,98





8.5 VERIFICACIÓN A FLEXOCOMPRESIÓN:

A continuación, se realiza la verificación a flexocompresión de la torre soporte, utilizando las fórmulas de interacción dadas por la **AISC-LFED**:

Para barras prismáticas de simple y doble simetría, sometidas a flexión y compresión:

Verificación para 1,2D+1,6L+0,8W1:

Para $P_u/\phi_c P_n < 0,2$

$$285,15/0,85 \times 16292,84 = 0,02$$

$$\frac{P_u}{2\phi P_n} + \left[\frac{M_{ux}}{\phi_b M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b M_{ny}} \right] \leq 1,0$$

Donde:

P_u = Resistencia requerida a compresión [kN]

P_n = Resistencia nominal a compresión [Kn]

M_u = Resistencia requerida a flexión [Knm]

M_n = Resistencia nominal a la flexión [Knm]

ϕ_c = Factor de resistencia para la compresión = 0,85

ϕ_b = Factor de resistencia para la flexión = 0,90

Para los momentos últimos obtenidos, al tratarse de una sección circular con eje central, se tomará la semisuma de los momentos, de la siguiente manera:

$$M_u = \sqrt{(1216,16)^2 + (174,87)^2} = 1228,66$$

$$\frac{285,15}{2 \times 0,85 \times 16292,84} + \left[\frac{1228,66}{0,9 \times 8160,03} + \frac{1228,66}{0,9 \times 8160,03} \right] \leq 1,0$$

$$0,34 \leq 1,0$$

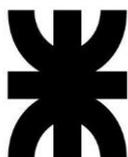
Verificación para 1,2D+1,6L+0,8W2:

Para $P_u/\phi_c P_n < 0,2$

$$285,15/0,85 \times 16292,84 = 0,02$$

$$\frac{P_u}{2\phi P_n} + \left[\frac{M_{ux}}{\phi_b M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b M_{ny}} \right] \leq 1,0$$





$$\mu = \sqrt{(1335,96)^2 + (3,98)^2} = 1335,96$$

$$\frac{285,15}{2 \times 0,85 \times 16292,84} + \left[\frac{1335,96}{0,9 \times 8160,03} + \frac{1335,96}{0,9 \times 8160,03} \right] \leq 1,0$$

$$0,37 \leq 1,0$$

Por lo tanto, la sección y diámetro que se consideró para la torre, es el adecuado para soportar todas las solicitaciones a la cual estará sometido.

8.6 VERIFICACION DE TRAVESAÑO DE TORRE:

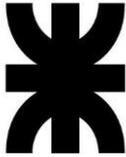
Se utilizó para la estructura del travesaño una sección circular, la cual se fue re dimensionando, debido a que las deformaciones verticales que se presentaban en los extremos del mismo superaban las máximas admisibles, quedando la sección definitiva de 50,8cm de diámetro.

A continuación, se presentan las tablas de perfiles para tubos estructurales provistas por el reglamento CIRSOC 301, que se utilizó para la determinación de la sección:

D	t	p	Ag	g	I	S	r	Z	J	C
[mm]	[mm]	[m ² /m]	[cm ²]	[Kg/m]	[cm ⁴]	[cm ³]	[cm]	[cm ³]	[cm ⁴]	[cm ³]
306.2	6.35	1.60	100.11	78.59	31522.6	1240.6	17.74	1599.7	63045.1	2510.9
	9.53	1.60	149.30	117.20	46424.5	1827.0	17.63	2370.6	92849.1	3720.7
	12.70	1.60	197.70	155.19	60712.3	2389.3	17.52	3119.4	121424.5	4895.4
	15.87	1.60	245.46	192.69	74448.1	2929.9	17.42	3848.8	148896.1	6039.3
558.8	6.35	1.76	110.21	86.51	42050.0	1505.0	19.53	1938.5	84100.1	3042.7
	9.53	1.76	164.45	129.09	62035.1	2220.3	19.42	2876.0	124070.3	4514.0
	12.70	1.76	217.88	171.04	81266.5	2908.6	19.31	3788.9	162533.0	5946.3
609.6	6.35	1.92	120.34	94.47	54748.3	1796.2	21.33	2311.4	109496.5	3628.0
	9.53	1.92	179.66	141.03	80884.4	2653.7	21.22	3432.6	161768.8	5387.6
	12.70	1.92	238.15	186.95	106111.3	3481.3	21.11	4526.5	212222.5	7104.1
	15.87	1.92	296.02	232.37	130530.1	4282.5	21.00	5596.9	261060.1	8783.2
762	7.92	2.39	187.63	147.29	133377.3	3500.7	26.66	4504.7	266754.5	7070.7
	9.53	2.39	225.28	176.85	159472.8	4185.6	26.61	5397.4	318945.6	8471.7
	12.70	2.39	298.96	234.68	209870.9	5508.4	26.50	7132.5	419741.7	11194.8
	15.87	2.39	372.00	292.02	258984.2	6797.5	26.39	8838.1	517968.5	13870.9
914.4	7.92	2.87	225.55	177.05	231681	5067	32.05	6509	463361	10217
	9.53	2.87	270.91	212.67	277304	6065	31.99	7805	554608	12251
	12.70	2.87	359.76	282.41	365706	7999	31.88	10329	731413	16212
	15.87	2.87	447.98	351.66	452238	9891	31.77	12817	904475	20116
	19.05	2.87	535.84	420.64	537188	11750	31.66	15277	1074377	23976
1066.8	9.53	3.35	316.54	248.48	442326	8293	37.38	10655	884652	16725
	11.10	3.35	368.14	288.99	512919	9616	37.33	12374	1025839	19422
	12.70	3.35	420.57	330.15	584210	10953	37.27	14115	1168419	22155
	15.87	3.35	523.96	411.31	723525	13564	37.16	17533	1447051	27518
	19.05	3.35	627.05	492.23	860732	16137	37.05	20919	1721464	32833

Tabla 8.6 Tabla de perfiles cirsoc 301





Relación de esbeltez:

$$\lambda = \frac{K.L}{r}$$

Donde:

$r = 0.1752$ m (tabla reglamento 301/302 EL)

$L = 2$ m

$K = 2,1$

A continuación, se determina la esbeltez reducida λ_c que nos permitirá determinar, la tensión crítica de la siguiente manera:

$$\lambda_c = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} \left(\frac{K.L}{r} \right)$$

$$\lambda_c = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{355}{200000}} \times 23,97$$

$$\lambda_c = 0,32$$

Obteniendo una esbeltez reducida $\lambda_c < 1,5$ la tensión crítica se determina de la siguiente manera:

$$F_{rc} = 0,658^{\lambda_c^2} \cdot f_y$$

$$F_{rc} = 0,658^{0,32^2} \cdot 355$$

$$F_{rc} = 340,10 \text{ Mpa}$$

Resistencia Nominal Pn

$$P_n = A_g \cdot F_{cr} \cdot (0,1)$$

$$P_n = (197,70) \cdot (340,10) \cdot 0,1$$

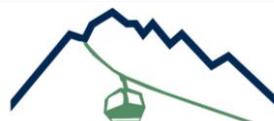
$$P_n = 6723,77 \text{ KN}$$

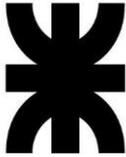
Por lo tanto:

Resistencia de diseño (Kn)

$$R_d = 0,85 \cdot 6723,77 = 5715,2 \text{ KN}$$

Fuente: estructuras metálicas- proyectos por estado límite- Gabriel Troglia- Capitulo 4- Pag. 125





8.6.1 Análisis a flexión:

Se analizarán los estados límites para la flexión, según como muestra el capítulo 7 del libro “estructuras metálicas proyectos por estados límites- Cirsoc 301, de la siguiente manera:

- Acción de **momento Flector**.
- Acción de **esfuerzo de corte**

Para cada estado límite le corresponderá una resistencia de diseño R_d

$$R_d = \theta \cdot R_n$$

ACCIÓN MOMENTO FLECTOR:

8.6.1.1 Plastificación:

$$M_p = Z_p \text{ (cm}^3\text{)} \cdot F_y \text{ (Mpa)} \cdot 10^{-3}$$
$$M_p = 3119,4 \text{ (cm}^3\text{)} \cdot 355 \text{ (Mpa)} \cdot 10^{-3}$$
$$M_p = 1107,38 \text{ [KNm]}$$

Además, para evitar que se produzcan, en estado de servicio deformaciones plásticas se debe cumplir los siguiente:

$$M_n = M_p = Z \cdot F_y \leq 1,5 M_y$$

Donde:

M_y = momento elástico = $S \cdot F_y$

$$M_y = 2389,3 \times 355 \times 10^{-3}$$

$$M_y = 848,20$$

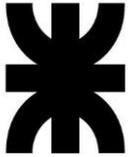
$$M_p \leq 1,5 \times 848,20$$

$$M_p \leq 1272,30$$

8.6.1.2 Pandeo local del alma:

Mediante la Tabla 15.7, se determina las relaciones de esbeltez correspondiente para la sección, de esta manera se compara con los límites λ_p y λ_r :





Caso	Descripción del Elemento	Elemento	Relación ancho/ Espesor	λ_{cp} (j)	λ_p	λ_r
7	Almas de perfiles "te" en compresión axil.		D/t	No aplicable	No aplicable	$\frac{335}{\sqrt{F_y}}$
B) ELEMENTOS RIGIDIZADOS						
8 ^a	Elementos tubulares de sección circular en compresión axil		D/t	No aplicable	No aplicable	$\frac{22000}{F_y}$
8 ^b	Elementos tubulares de sección circular en flexión		D/t	$\frac{9000}{F_y}$	$\frac{14000}{F_y}$	$\frac{62000}{F_y}$
9	Almas comprimadas por flexión (i)		H/t _w	$\frac{1370}{\sqrt{F_y}}$ (l)	$\frac{1680}{\sqrt{F_y}}$ (e) (k)	$\frac{2550}{\sqrt{F_y}}$ (f)

Tabla 8.7 Tabla B. 5.1- Estructuras metálicas proyecto por estados límites.

$$\lambda = \frac{D}{t} = \frac{508,20}{12,70} = 40,01$$

$$\lambda_p = \frac{14000}{f_y} = \frac{14000}{355} = 39,43$$

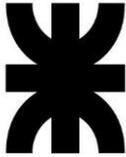
$$\lambda_r = \frac{62000}{f_y} = \frac{62000}{355} = 174,64$$

$$\lambda_p < \lambda < \lambda_r$$

Por lo tanto, la expresión que se utilizará para la determinación del momento nominal será:

$$M_n = M_p - (M_p - M_r) \left(\frac{\lambda - \lambda_p}{\lambda_r - \lambda_p} \right)$$





Donde:

$$Mr = Re.Fy. Sx.(10)^{-3}$$

$$Mr = 1.355.2389,3.(10)^{-3}$$

$$Mr = 848,20[\text{KNm}]$$

Por lo tanto:

$$Mn = 1107,38 - (1107,38 - 848,20) \left(\frac{40,01 - 39,43}{174,64 - 39,43} \right)$$

$$Mn = 1106,26 [\text{KNm}]$$

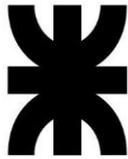
8.7 SOLICITACIONES ÚLTIMAS EN TORRE SOPORTE:

Mediante la modelación de la torre por medio del **SAP2000**, se pudo calcular las solicitaciones que se muestran detalladas en la siguiente tabla:

Frame	Statio	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3	FrameElé	ElemStatii
Text	m	Text	Text	N	N	N	N-m	N-m	N-m	Text	m
52	7	4 1,4D	Combination	0	-83672,12	-33756,94	0	-6,519E-10	-2,797E-11	7-2	2
62	7	4 1,2D+ 1,6L+0,8W1	Combination	0	-104842,8	-51999	0	-1,118E-09	-3,562E-11	7-2	2
72	7	4 1,2D+1,0 E	Combination	0	-71718,96	-28934,52	0	-5,588E-10	-2,398E-11	7-2	2
82	7	4 0,9D+1,5W1	Combination	0	-53789,22	-21700,89	0	-4,191E-10	-3,981E-11	7-2	2
122	7	4 1,2D+1,6L+0,8W2	Combination	0	-104842,8	-51999	0	-1,118E-09	-2,398E-11	7-2	2
132	7	4 0,9D+1,5W2	Combination	0	-53789,22	-21700,89	0	-4,191E-10	-1,798E-11	7-2	2
162	7	4 1,2D+1,5W1+0,5L	Combination	0	-82070,16	-36142,17	0	-7,334E-10	-4,58E-11	7-2	2
172	7	4 1,2D+1,5W2+0,5L	Combination	0	-82070,16	-36142,17	0	-7,334E-10	-4,58E-11	7-2	2

Tabla 8.8 Solicitaciones Ultimas





Se puede observar en la tabla 8.4 que la combinación que arroja las mayores solicitaciones para el elemento 7, que corresponde al travesaño, es:

$$1,2D + 1,6L + 0,8W1$$

A continuación se presentan las solicitaciones últimas a utilizar en el cálculo:

SOLICITACIONES ÚLTIMAS		
Pu [KN]	Mux [KNm]	Muy [KNm]
6,15	1,118x10 ⁻⁰⁹	3,562x10 ⁻¹¹

Tabla 8.9 resumen de Solicitaciones Ultimas

8.8 VERIFICACIÓN A FLEXOCOMPRESIÓN:

A continuación, se realiza la verificación a flexocompresión del travesaño de la torre soporte, utilizando las fórmulas de interacción dadas por la **AISC-LEFD**:

Para barras prismáticas de simple y doble simetría, sometidas a flexión y compresión:

Verificación para 1,2D+1,6L+0,8W1:

Para $P_u/\phi_c \cdot P_n < 0,2$

Donde :

$P_u = 6151,3$ N Compresión del viento en travesaño

$$6,15/0,85 \times 6723,77 = 0,0010$$

$$\frac{P_u}{2\phi P_n} + \left[\frac{M_{ux}}{\phi_b M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b M_{ny}} \right] \leq 1,0$$

Donde:

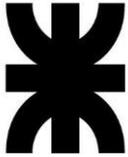
P_u = Resistencia requerida a compresión [kN]

P_n = Resistencia nominal a compresión [kN]

M_u = Resistencia requerida a flexión [Knm]

M_n = Resistencia nominal a la flexión [Knm]





ϕ_c = Factor de resistencia para la compresión = 0,85

ϕ_b = Factor de resistencia para la flexión = 0,90

Los momentos últimos obtenidos al tratarse de una sección circular se tomar la semisuma de los momentos, dado que

$$M_u = \sqrt{(1,118 \times 10^{-12})^2 + (3,56 \times 10^{-14})^2} = 1,11 \times 10^{-12}$$

$$\frac{6,15}{2 \times 0,85 \times 6723,77} + \left[\frac{1,11 \times 10^{-12}}{0,9 \times 1107,38} + \frac{1,11 \times 10^{-12}}{0,9 \times 1107,38} \right] \leq 1,0$$

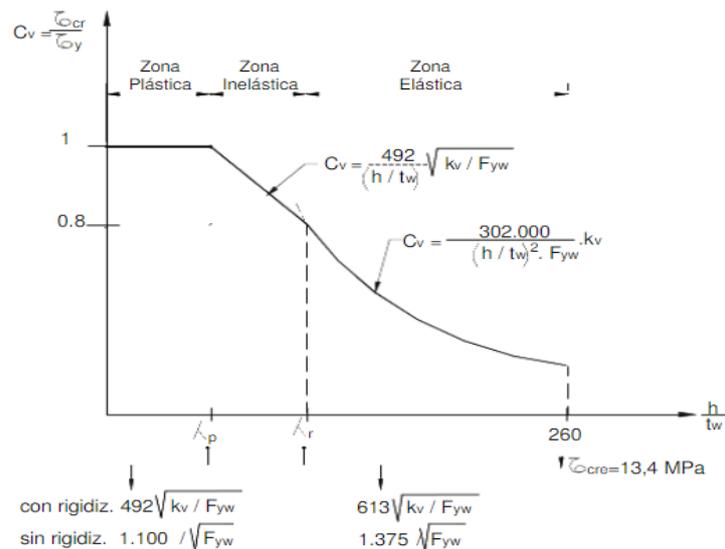
$$0,0005 \leq 1,0$$

8.9 ACCIÓN ESFUERZO CORTANTE:

La resistencia de diseño al corte es:

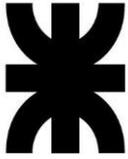
$$R_d = \phi_v \cdot V_n$$

Para el análisis por esfuerzo cortante, se consideran en función de la esbeltez del alma tres zonas, que son las que se muestran en la siguiente imagen:



Para la determinación de la resistencia nominal al corte, se deben determinar los límites de las zonas, los cuales se obtienen de la siguiente manera:





Para almas sin rigidizadores:

$$\lambda_p = (h/tw)_{lim} = 1100 / \sqrt{f_y} = \mathbf{58,38}$$

$$\lambda_r = (h/tw)_{lim} = 1375 / \sqrt{f_y} = \mathbf{72,97}$$

$$\lambda = (D/t) = \frac{1219,2}{15,84} = \mathbf{76,96}$$

Por lo tanto:

$$\lambda_p < \lambda > \lambda_r$$

por lo tanto:

$$V_n = \frac{90400 \times A_w}{(h/tw)}$$

$$V_n = \frac{90400 \times 599,95}{(76,96)}$$

$$\mathbf{V_n = 9157,00 Kn}$$

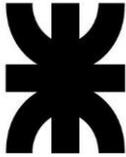
8.10 VERIFICACIÓN DE ESTRUCTURA EN SERVICIO:

Además de verificar que la estructura soporte correctamente las cargas últimas son fallar, se verificó también que durante su servicio la misma no se deforme más allá de lo admisible.

Para ello se redimensionó la sección, y se fue variando, aumentando el diámetro dado que si bien verificaba a cargas últimas, sus deformaciones y desplazamientos superaban lo máximo admisible para ese tipo de estructura.

A continuación, se presentan las deformaciones verticales en los extremos del travesaño lo cual corresponde a los elementos 11 y 12. Además se muestran los desplazamientos laterales en la torre, correspondiente al elemento 8.





Joint	OutputCase	CaseType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
8	D+W1+L	Combination	0,004134	0,02041	-0,0002	-0,0025	0,000466	0,000027
8	D+0,7E+L	Combination	-9,4E-05	0,02041	-0,0002	-0,0025	-0,000016	0,000027
8	0,6D+W1	Combination	0,004202	0,00769	-9,3E-05	-0,00094	0,000477	8,609E-06
8	0,6D+W2	Combination	-2,6E-05	0,01025	-9,3E-05	-0,00122	-4,313E-06	8,609E-06
8	D+W2+L	Combination	-9,4E-05	0,02296	-0,0002	-0,00278	-0,000016	0,000027
11	D+W1+L	Combination	0,004137	0,00213	-0,00131	-0,0025	-0,000901	-0,000576
11	D+0,7E+L	Combination	-9,4E-05	0,00213	-0,00227	-0,0025	-0,001383	-0,000576
11	0,6D+W1	Combination	0,004205	0,00402	-4,8E-05	-0,00094	-0,00013	-0,00022
11	0,6D+W2	Combination	-2,6E-05	0,00106	-0,00101	-0,00122	-0,000612	-0,00022
11	D+W2+L	Combination	-9,4E-05	0,00238	-0,00227	-0,00278	-0,001383	-0,000576
12	D+W1+L	Combination	0,004134	0,00214	-0,00314	-0,0025	0,00181	0,000663
12	D+0,7E+L	Combination	-9,4E-05	0,00214	-0,00218	-0,0025	0,001328	0,000663
12	0,6D+W1	Combination	0,004202	0,00407	-0,00195	-0,00094	0,001079	0,000247
12	0,6D+W2	Combination	-2,6E-05	0,00106	-0,00098	-0,00122	0,000597	0,000247
12	D+W2+L	Combination	-9,4E-05	0,0024	-0,00218	-0,00278	0,001328	0,000663

Tabla 8.10 Deformaciones ultimas

A partir de la Tabla 8.11 valores límites para deformaciones y desplazamientos laterales, se determinó considerando similitud con estructura puente grúa que los valores limites correspondientes serán:

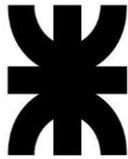
8.10.1 Deformaciones Verticales:

$$L/800 = 4/800 = 0,005$$

8.10.2 Desplazamiento lateral:

$$H/400 = 12/400 = 0,03$$



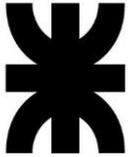


Valores límites para deformaciones y desplazamientos laterales (a) (b)				
EDIFICIOS INDUSTRIALES				
	Elemento	Flecha total	Flecha por carga variable	
			Por	
Deformaciones verticales	Barras soportando cubiertas rígidas	L/200	Sobrecarga Útil	L/240
	Barras soportando cubiertas flexibles	L/150	Sobrecarga Útil	L/180
	Barras soportando pisos	L/250	Sobrecarga Útil	L/300
	Vigas carril para grúas de capacidad $\geq 200 \text{ Kn}$		Rueda sin impacto	L/800(c)
	Vigas carril para grúas de capacidad $< 200 \text{ kN}$		Rueda sin impacto	L/600(c)
Desplazamiento lateral (d)	Vigas carril		Frenado transversal	L/600(c)
	Desplazamiento de columnas con respecto a base por acción de viento	H/150	Viento	H/160
	Desplazamiento de columnas con respecto a base por acción de puente grúa.		Frenado puente Grúa	H/400 (c)
PARA OTROS EDIFICIOS				
Deformaciones verticales	Techos en general	L/200	Sobrecarga Útil	L/250
	Techos con carga frecuente de personas (no mantenimiento)	L/250	Sobrecarga Útil	L/300
	Pisos en general	L/250	Sobrecarga Útil	L/300
	Barras de pisos o techos que soporten elementos y revestimientos susceptibles de fisuración	L/300	Sobrecarga Útil	L/350
	Pisos que soporten columnas	L/400	Sobrecarga Útil	L/500
	Donde la deformación puede afectar el aspecto	L/250		
Desplazamiento lateral (d)	Desplazamiento total del edificio referido a su altura total		Viento	$H_T/300$
	Desplazamiento relativo de pisos cuando cerramientos y divisiones no tienen previsiones especiales para independizarse de las deformaciones de la estructura		Viento	$H_P/400$
	Desplazamiento relativo de pisos cuando cerramientos y divisiones tienen previsiones especiales para independizarse de las deformaciones de la estructura		Viento	$H_P/300$
OBSERVACIONES				
(a) La deformación vertical debida a acciones de servicio $I(\text{máx})$ a comparar con los valores límites de la tabla será: $I(\text{máx}) = I - I_0$ I = deformación total calculada con la combinación de acciones más desfavorable incluyendo eventuales deformaciones por efectos de larga duración (fluencia lenta). I_0 = contraflecha adoptada. (b) L = distancia entre apoyos. Para ménsulas $L = 2$ veces la longitud del voladizo. H = altura de la columna. H_T = altura total del edificio. H_P = altura del piso. (c) Los valores para grúas son orientativos. Para operación de grúa sensible a deformaciones verticales o desplazamientos laterales deberán fijarse límites más rigurosos. (d) Para combinaciones con acciones sísmicas ver Reglamento INPRES-CIRSOC 103-2000				

Tabla 8.11 valores límites para deformaciones

De esta manera, a través de los resultados obtenidos, se verificó que la sección adoptada para torre y travesaño, son adecuadas para soportar los esfuerzos a los que se verá afectada la torre durante su vida útil.





CAPÍTULO NUEVE

FUNDACIONES

9.1 FUNDACIÓN A EMPLEAR:

Conociendo el lugar de emplazamiento del proyecto, y considerando datos topográficos y geológicos, cómo tipo de suelo presente, se pudo definir condiciones generales, para determinar las dimensiones necesarias y tipo de fundación que se empleará en la construcción de la torre.

A continuación, se muestra en las Figuras 9.1 y 9.2, el tipo de fundación que se empleará para la torre soporte, este tipo de fundaciones están constituida por una placa base, pernos de anclaje y hormigón.



Figura 9.1 Columna metálica fundada

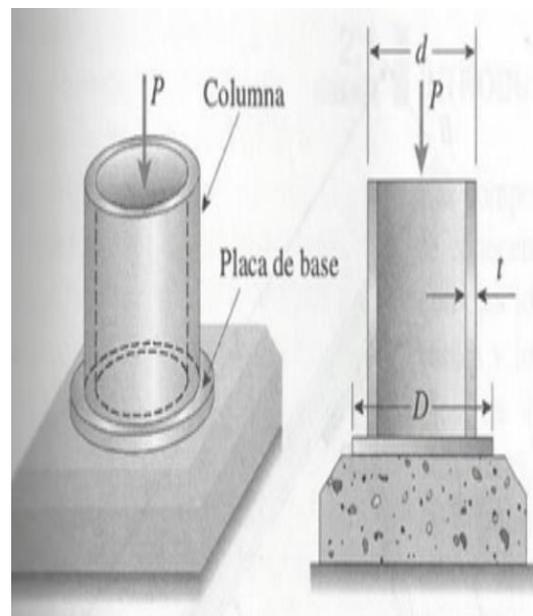
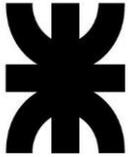


Figura 9.2 Esquema de fundación





9.2 DISEÑO DE LA FUNDACION:

El diseño de cada uno de los elementos que componen la fundación, como así también la determinación de las dimensiones y profundidad de ejecución, surgen del procedimiento de cálculo que se muestra continuación.

9.2.1 Solicitaciones ultimas:

Para transmitir al suelo de fundación toda sollicitación actuante en la estructura de la torre, Se diseña un sistema estructural, que permite unir la torre con la fundación. Dicha unión se genera por medio de una placa base la cual se vincula a un sistema de unión con pernos de anclaje, con sus correspondientes tuercas, incluidos en la masa de hormigón.

Estas sollicitaciones, se determinó en el capítulo 7, y son un esfuerzo normal P_u , un momento flector M_u y un esfuerzo córtate V_u , cuyas magnitudes se muestran en la siguiente tabla:

SOLICITACIONES ÚLTIMAS		
P_u [KN]	M_u [KNm]	V_u [KN]
285,15	1335,96	121,31

Tabla 9.1 Solicitaciones ultimas

9.2.2 Casos de excentricidad:

Se pueden presentar tres casos de excentricidad, según el e de la carga:

- $e < (1/6) \cdot D$
- $(1/6) \cdot D \leq e \leq (3/8) \cdot D$
- $e > (3/8) \cdot D$

siendo:

$$e = \frac{10^2 \cdot M_u}{P_u} \text{ [cm]}$$



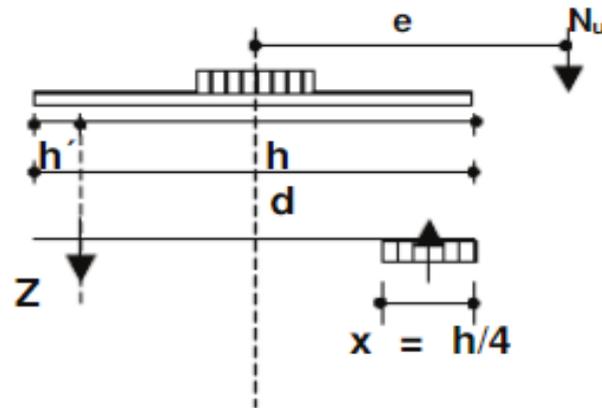


Figura 9.1 caso tres de excentricidad

A modo de predimensionado se adopta una placa cuadrada, para la cual se fija uno de sus lados D, y se determina la excentricidad como se muestra a continuación:

De modo que:

$$e = \frac{10^2 \cdot 1335,96}{285,15} = 468,51 \text{ cm}$$

$e > (3/8)D = 60 \text{ cm}$ (por lo tanto se aplica el tercer caso)

9.2.3 Tensión máxima sobre el hormigón:

$$F_{\max} = \frac{320 \cdot P_u \cdot [e + (\frac{D}{2}) - h]}{7 \cdot b \cdot h^2}$$

$$F_{\max} = \frac{320 \times 285,15 \cdot [468,51 + (\frac{150}{2}) - 7,5]}{7 \cdot 150 \cdot 142,5^2}$$

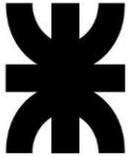
$$F_{\max} = 2,29 \text{ mpa}$$

Además, para la tensión máxima de aplastamiento del hormigón, se puede considerarla tensión de diseño de compresión sobre el hormigón, dada por el reglamento **CIRSOC 301 -EL**:

$$F_{cal} = f_{dis} = 0,6 \times 0,85 \times f'_c$$

$$F_{cal} = f_{dis} = 0,51 \times 17$$

$$F_{cal} = 8,67$$



9.3 PERNOS DE ANCLAJE:

Considerando que el momento flector generalmente tiene ambos sentidos, cuando es originado por viento o por sismo, se debe colocar pernos de anclaje de ambos lados de la base. En estas condiciones el corte es tomado por la totalidad de los pernos y la tracción solo por los pernos colocados en el lado traccionado.

Por lo tanto, Los pernos de anclaje se diseñarán para soportar tracción y corte combinados.

9.3.1 Fuerza requerida por pernos de anclaje:

$$Z_u = f_{max} \cdot b \cdot (h/4) \cdot 10^{-1} - P_u$$

$$Z_u = 8,67 \times 150 \times (142,5/4) \times 10^{-1} - 285,15$$

$$Z_u = 4347,88 \text{ KN}$$

9.3.2 Tipo de pernos de anclaje:

Se utilizará bulones de alta resistencia, fabricados con acero al carbono tratados térmicamente, los mismos serán del tipo **ASTM A325**, con:

$$F_u \geq 725 \text{ Mpa} \quad F_y \geq 570 \text{ Mpa}$$

Para el predimensionado, se propone 24 pernos de 1 3/8" de cada lado, Y se verifica a tracción y corte como se especifica en la (sección J.3.7 – G.R.Trogliá). En las figuras 9.2 y 9.3 se muestran los diferentes pernos de anclaje para vinculación de torre.

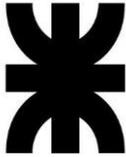


Figura 9.2 colocación de pernos de anclaje



Figura 9.3 Pernos de anclaje





9.3.3 Resistencia a tracción:

La resistencia de diseño tracción de un perno sometido a tracción y corte combinado es:

$$Rd1 = \theta t \cdot F_t \cdot A_b \cdot 0,1$$

Donde:

$$\theta t = 0,75$$

Ab: Área del perno

$$A_b = \frac{\pi \Phi^2}{4} = \frac{\pi \times 3,3^2}{4} = 8,55 \text{ cm}^2$$

Ft : resistencia a la tracción nominal (según tabla J.3.5,G.R.Trogliá).

La tensión elástica requerida al corte es:

$$F_v = \frac{Vu1}{0,75 \times A_b \times 0,1}$$

$$Vu1 = \text{corte que toma cada perno} = \frac{Vu}{n} = \frac{121,31}{24} = 5,05 \text{ KN}$$

$$F_v = \frac{5,05}{0,75 \times 8,55 \times 0,1} = 7,87 \text{ MPA}$$

Descripción de los Bulones	Rosca incluida en el Plano de corte	Rosca excluida del Plano de Corte
Bulones A307	338 – 2,5 f _v ≤ 260	
Bulones A325, A325M, ISO 8.8	806 – 2,5 f _v ≤ 620	806 – 2,0 f _v ≤ 620
Bulones A490, A490M, ISO10.9	1012 – 2,5 f _v ≤ 778	1012 – 2,0 f _v ≤ 778
Partes roscadas de bulones A449 de diámetro mayor que 38.1 mm	0,98 F _u – 2,5 f _v ≤ 0,75F _u	0,98F _u – 2,0 f _v ≤ 0,75F _u

Tabla9.2 Resistencia nominal a la tracción

De acuerdo a la tabla, para los pernos del tipo adoptado ft será:

$$F_t = 620 \text{ MPa}$$

Entonces:

$$Rd1 = 0,75 \times 620 \times 8,55 \times 0,1$$

$$Rd1 = 397,57 \text{ KN}$$



9.3.4 Cantidad de pernos:

El número de pernos a utilizar, se determina considerando el esfuerzo total al que estará sometido en relación a lo que resiste cada perno, de esta manera, la cantidad queda determinada de la siguiente manera:

$$N = \frac{Zu}{Rd} = \frac{4743,45}{397,57} = 11,93 = 12$$

En resistencia al corte se consideró 24 bulones, por lo tanto, el total de bulones a utilizar son 24.

Se utilizará 24 bulones de Ø33 mm

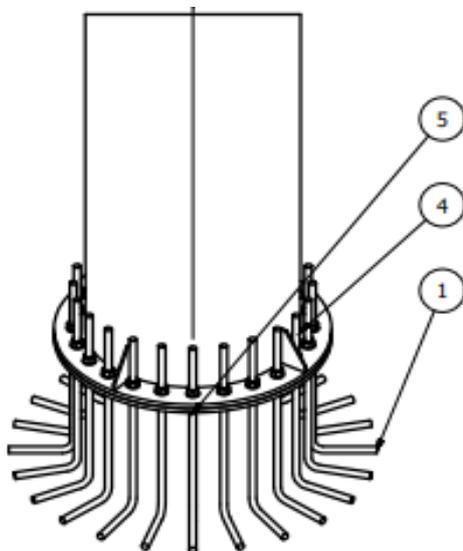


Figura 9.4 disposición de pernos de anclaje

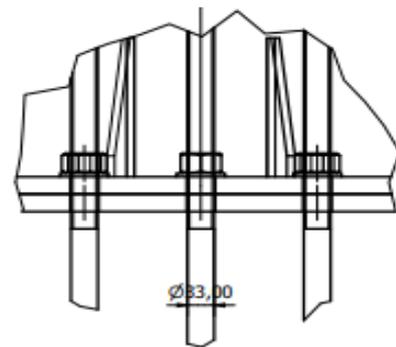


Figura 9.5 Detalle de pernos

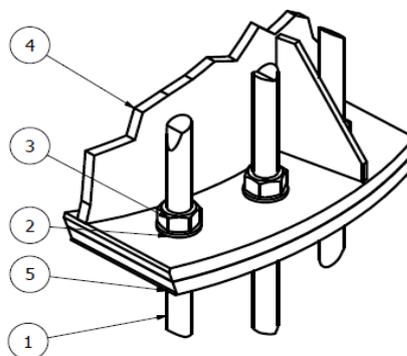
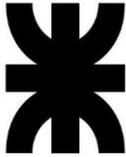


Figura 9.6 Detalle de pernos



9.3.5 Resistencia al corte:

La resistencia de diseño al corte estará dada por: $\Phi \cdot F_v \geq f_v$

$$f_v = \frac{P_{uv}}{A_b \cdot 0,1} = \frac{121,31}{8,55 \cdot 0,1} = 141,88$$

por lo tanto

$$\Phi \cdot F_v \geq f_v$$

$$0,75 \cdot (415) \geq 141,88$$

$$311,25 \geq 141,8$$

9.4 PLACA BASE:

Se dimensiona para resistir los momentos flectores generados por la reacción de la base actuando como carga repartida en la zona comprimida. Los apoyos de la placa base serán los bordes de la torre soldada.

Se dimensiona para la zona de contacto con hormigón y para la zona de pernos:

9.4.1 Zona de contacto con hormigón:

Se resuelve mediante las ecuaciones de a estática, considerando un esquema de fajas independientes de 1cm de ancho, con la acción de la tensión de contacto ($q = f' \cdot H$)

$$L_v = 15\text{cm}$$

Momento voladizo

$$M_v = f' \cdot H \cdot \frac{n^2}{2}$$

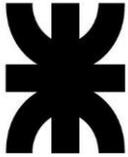
$$M_v = 0,86 \cdot \frac{15^2}{2} = 96,75 \text{ Kncm/cm}$$

9.4.2 En zona de pernos de anclaje:

$$Z_{u1} = \frac{4743,45}{24} = 197,64 \text{ kn}$$

$$M_v = 197,64 \times 15 = 2964,65$$





Se obtiene un ancho colaborante de la placa:

$$b_1 = 2 \cdot n_1 + d_p = 2 \times 15 + 3,3 = 33,3$$

el momento flector por cm de ancho es :

$$M_{v1} = \frac{2964,65}{33,3} = 89,03 \text{ kncm/cm}$$

Para el dimensionamiento de la placa se toma el máximo momento requerido M_{up} . Se diseña la placa con:

$$M_u = 89,03 \text{ kncm} \quad b = 1 \text{ cm}$$

El espesor necesario para la placa base será:

$$T_p = \sqrt{6 \cdot M_{up} / (0,9 \cdot F_y \cdot b \cdot 10 - 1)}$$

$$T_p = \sqrt{6 \cdot 89,03 / (0,9 \cdot 235 \cdot 1 \cdot 10 - 1)}$$

$$T_p = 5,02 \text{ cm}$$

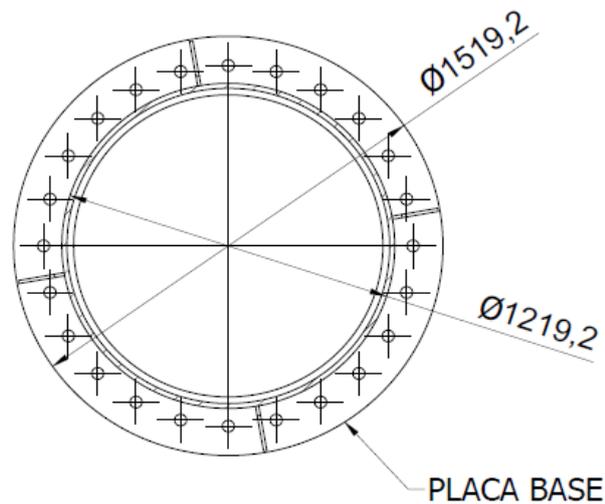
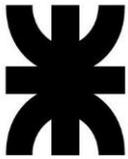


Figura 9.7 Vista superior de placa base





9.5 LONGITUD DE ANCLAJE EN HORMIGÓN:

La longitud de anclaje en el hormigón, se tomará 50 veces el diámetro del perno para las barras roscadas rectas, en caso de presentar un gancho se podrá disminuir la longitud a veces su diámetro. Por lo tanto

$$L \text{ anclaje} = 50 \times 2,8 \text{ cm}$$

$$L \text{ anclaje} = 140 \text{ cm}$$

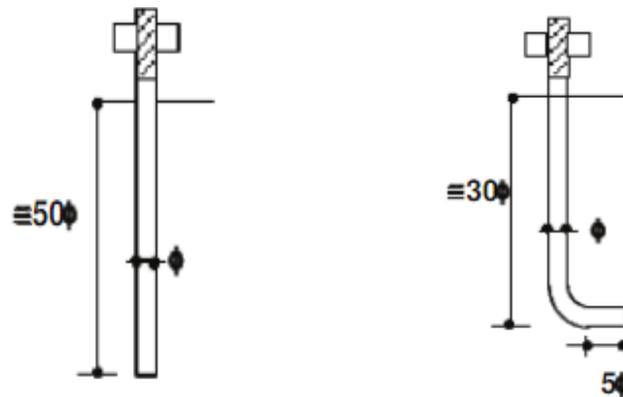


Figura 9.8 tipos de anclajes

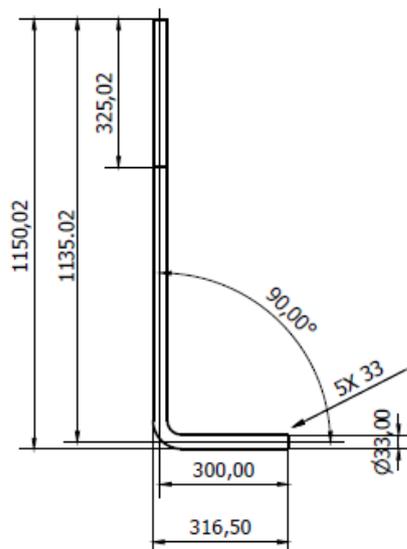
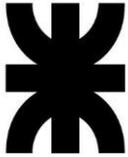


Figura 9.9 detalle de anclaje





9.6 DISEÑO DE FUNDACION DE LAS TORRES SOPORTE:

En estos tipos de estructuras debido a su esbeltez y a las acciones laterales de viento a la cual se encuentra sometida, por lo general nos dan como resultado momentos de vuelco mucho mayores respecto a la carga gravitacional, como es en este caso. Por lo tanto, adoptar una solución con zapatas conduciría a construir superficies muy grandes, y teniendo en cuenta que se fundara en terreno rocoso, esto no solo generaría altos costos sino también que no sería práctico constructivamente, sobre todo donde exista área de terreno reducido, llevando esta solución a hacerlo prácticamente inviable.

Es por ello que, se adoptarán fundaciones profundas, del tipo grupos de pilotes. Este tipo de fundación no solo garantizará seguridad estructural sino también la menor área de utilización para su construcción.

Cabe destacar además que el diseño de pilotes es considerado un “arte” en vista de las incertidumbres implícitas al trabajar en condiciones de subsuelo. Expuesto esto, Si bien las torres ubicadas en el cerro, se fundarán en roca firme, utilizando un sistema de placa base y pernos, cabe destacar que tanto para la torre de nivelación TN, ubicada a 8 metros de la estación de salida, como para que se fundaran en cerro no se tiene certeza absoluta del tipo de suelo presentes. Para poder determinar este dato es necesario realizar un estudio de suelo, que no será posible determinarlo en estas instancias de anteproyecto. Por lo tanto, a modo de poder realizar dicho cálculo, se estimará tipo de suelo presente y criterios de experiencia, teniendo en cuenta similitud de obras realizadas en el lugar.

9.6.1 Calculo de pilotes:

La capacidad de carga de los pilotes, se los determinara mediante el método de Meyerhof, como se muestra a continuación:

9.6.1.1 Determinación de longitud de pilote

Se realizó previamente diferentes predimensionados, adoptando diámetros de pilotes de menor tamaño, para lo cual no verificaba. Se continuó de manera interactiva aumentando el diámetro de pilote, verificando con un diámetro de pilote adoptado de 0,70m.

El esquema de diseño adoptado, es el que se muestra a continuación en la figura 9.10:



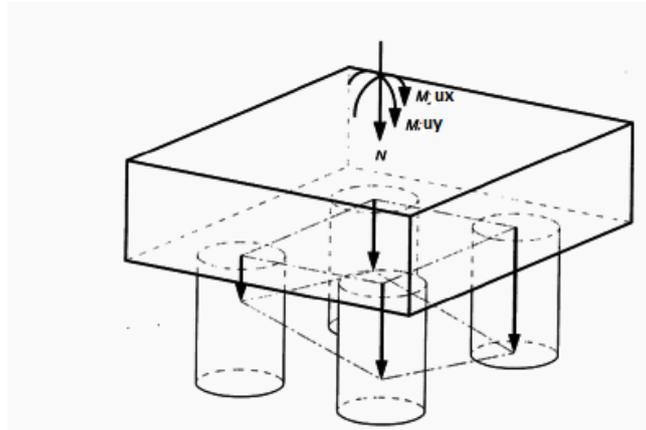


Figura 9.10 Esquema de grupos de pilotes

9.6.1.2 Pilote en Arena:

1°) Solicitación de cada pilote:

$$Q_{ui} = \frac{Q_u}{4 \cdot A_p} \pm \frac{M_{ux}}{I_{xx}} \cdot y \pm \frac{M_{uy}}{I_{yy}} \cdot x + P_p (\text{pilote}) + P_p (\text{cabezal})$$

Donde:

Q_u = carga solicitante

A_p = Área pilote (sección transversal)

M_{ux} ; M_{uy} = mto. solicitantes

I_{xx} ; I_{yy} = mtos de inercia cabezal

P_p = peso propio

Área de Pilote:

$$A_p = \frac{\pi \cdot \phi^2}{4} = \frac{\pi \cdot (0,70\text{m})^2}{4} = 0,384 \text{ m}^2$$

Area de cabezal:

$$A_c = a \times b = 4,15 \times 4,15 = 17,22 \text{ m}^2$$

$$H_c = 1,50 \text{ m (adoptado)}$$

$$I_{xx} = I_{yy} = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{b^4}{12} = \frac{(4,15\text{m})^4}{12} = 24,72\text{m}^4$$

$$x = y = 1,22 \text{ m}$$

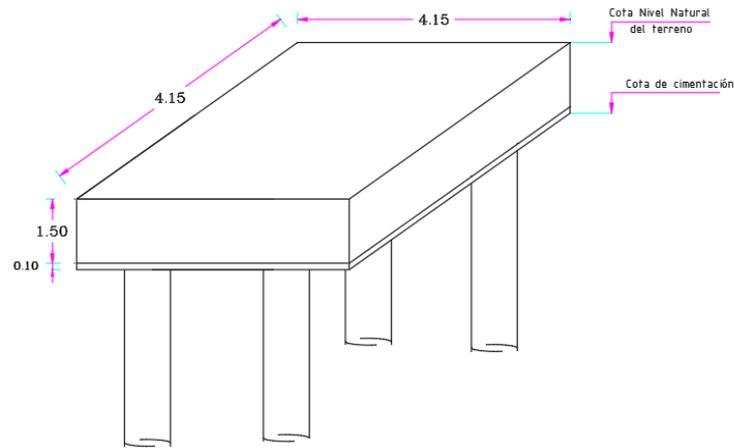


Figura 9.11 Esquema de cabezal

A partir de los datos supuesto del tipo de suelo en la zona, a través de la table 9.3 se determina :

$$\emptyset = \text{ángulo de fricción} = 30^\circ$$

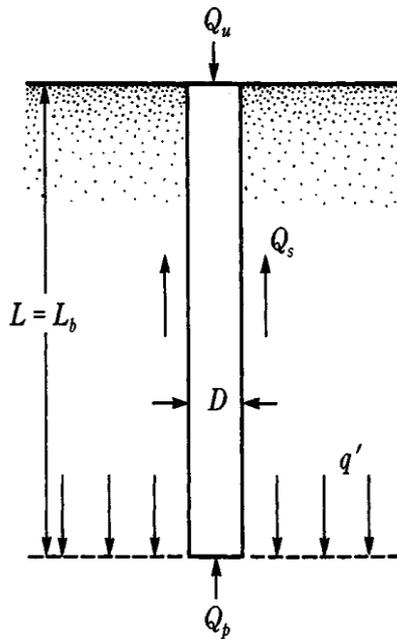
TABLA 1.3
ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA "ø"

Tipo de suelo	\emptyset ° (grados)
<i>Arena: granos redondeados</i>	
Suelta	27 - 30
Media	30 - 35
Densa	35 - 38
<i>Arena: granos angulares</i>	
Suelta	30 - 35
Media	35 - 40
Densa	40 - 45
<i>Grava con algo de arena</i>	34 - 48
<i>Arcillas consolidadas</i>	20 - 30
<i>Limos</i>	26 - 35

Braja M. Das, 2001

Tabla 9.3 ángulo de fricción interno de suelo

Del gráfico de la figura 9.11, utilizando el ángulo de fricción del suelo de $\emptyset = 30^\circ$, obtenemos la relación L_b/D . Para este caso, L del pilote es igual al L_b por tener un suelo homogéneo, por lo tanto conociendo el ángulo de fricción del suelo, mediante el grafico 9.3, se determina la relación L_b/D .



L = longitud de empotramiento
 L_b = longitud de empotramiento en estrato de apoyo

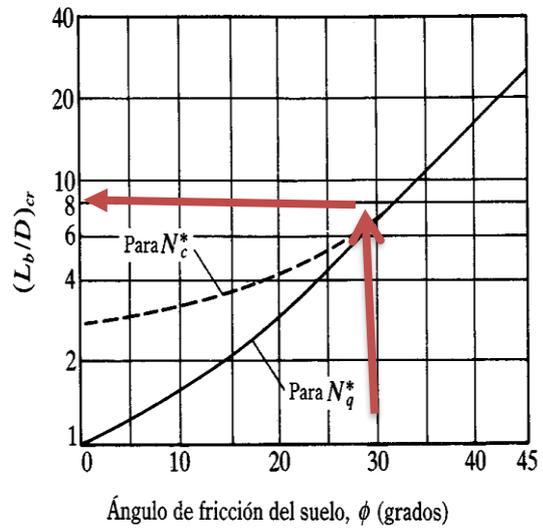


Figura 9.11 Variación de L_b/D Con el ángulo de fricción del suelo- Según Meyerhof

Entonces: $L = 7 \times D = 7 \times 0.70\text{m}$

Por lo tanto, la longitud del pilote:

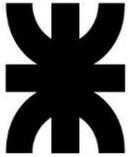
$L = 4,90 \text{ m}$

γ arena = según circsoc 101 = $9,4 \text{ kn/m}^3$

Reemplazando valores:

$$Q_{ui} = \frac{285,15\text{kn}}{4 \cdot 0,384 \text{ m}^2} + \frac{(1335,96\text{Knm})}{24,71\text{m}^4} \cdot 1,22\text{m} + \frac{(1335,96\text{Knm})}{24,71\text{m}^4} \cdot 1,22\text{m} + 23,53 \frac{\text{Kn}}{\text{m}^3} \cdot 4,90\text{m} \cdot 0,384 \text{ m}^2 + \frac{23,53 \cdot (4,15\text{m})^2 \cdot 1,5\text{m}}{4}$$

$Q_{ui} = 513,52 \text{ Kn}$



9.6.1.3 Estimación de Q_p (METODO DE MEYERHOF):

Para pilotes en arena, $c=0$

Además:

$$Q_p \leq A_p \cdot q' \cdot N_q^* \leq A_p \cdot q_L$$

*** Q_p =(no puede exceder q_L)

$$q_L = 50 \cdot N_q^* \cdot \text{tg } \phi \text{ (Resistencia de Punta limite)}$$

De gráfico 9.12, con $\phi = 30^\circ$, obtenemos $N_q^* = 60$

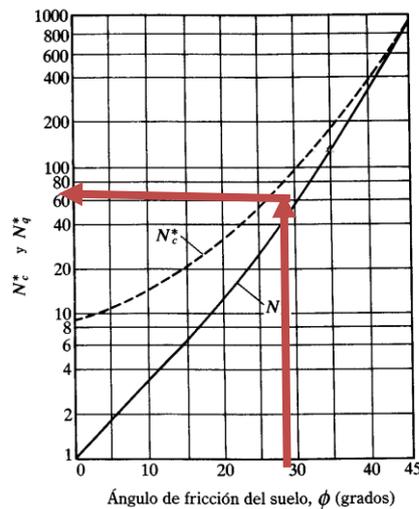


Figura 9.12 Variación de los valores máximos de N_c^* y N_q^* con el ángulo de fricción del suelo

Entonces:

$$q_L = 50 \cdot 60 \cdot \text{tg } 30^\circ = 1732,05 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2}$$

$$A_p \cdot q_L = 0,384 \text{ m}^2 \times 1732,05 \text{ Kn/m}^2 = 665,8 \text{ Kn}$$

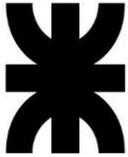
$$Q_p = A_p \cdot q' \cdot N_q^*$$

$$q' = \gamma \cdot L = 9,4 \text{ Kn/m}^3 \times 4,90 \text{ m}$$

$$q' = 46,06 \text{ Kn/m}^2$$

$$Q_p = A_p \cdot q' \cdot N_q^* = 0,384 \times 46,06 \times 60 = 1063,2 \text{ kn}$$





Q_p es mayor que $A_p \cdot q_L$, por lo cual adoptamos el valor de (q_L)

Luego, verificamos:

$$Q_{u4} \leq A_p \cdot q_L$$

$$513,52 \text{Kn} \leq 665,8 \text{Kn (verifica)}$$

Eficiencia de pilote

$$\eta = \frac{Q_{g(u)}}{\sum Q_u} \rightarrow \frac{\text{Capacidad última de carga ultima del grupo de pilotes}}{\sum \text{Capacidad última de carga de cada pilote}}$$

En este caso:

ARENA → preexcavado → $\eta = 1$ (valor conservador) para caso particular de arenas

El valor de eficiencia podría ser afectado si entre pilotes no tenemos una separación mayor a (2,5 D) que en nuestro caso, se cumple separación recomendada.



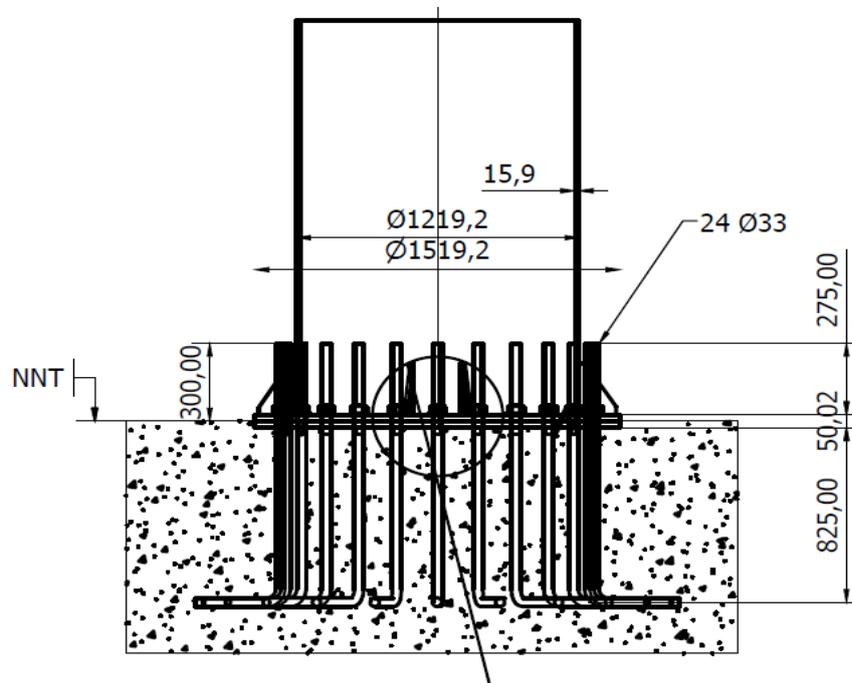
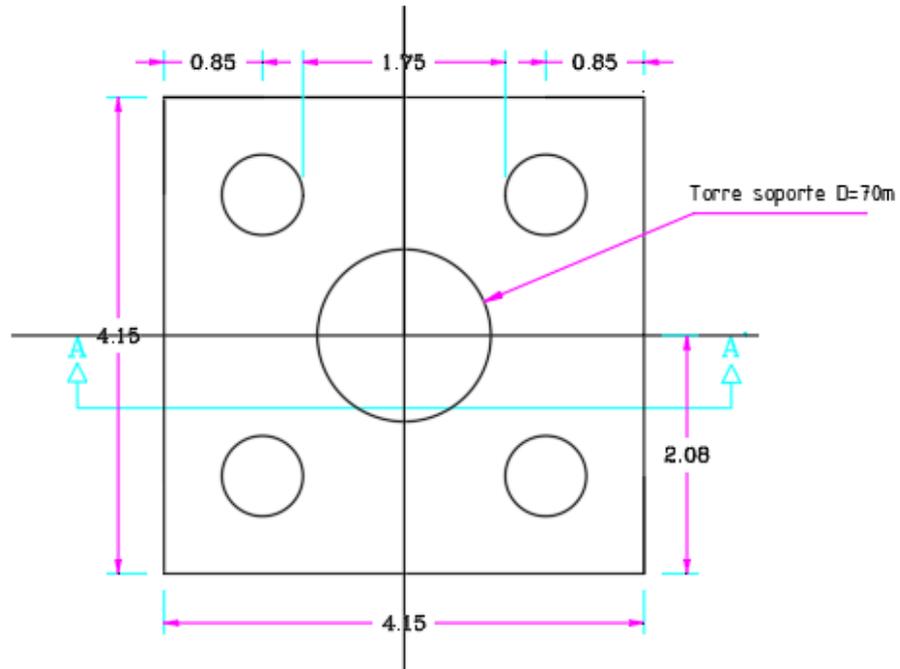
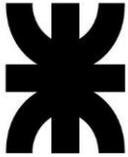
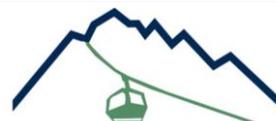
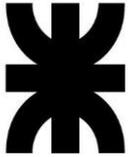


Figura 9.10 detalle de fundación





9.6.1.4 Pilote en Roca:

Las fundaciones de las torres se desarrollarán en su mayoría en roca. Como se mencionó al principio la resistencia a compresión de roca entre otros parámetros, se determinan por medio de pruebas en laboratorio, sobre especímenes de roca obtenidos durante investigaciones de campo. A modo de poder realizar el cálculo, se adoptan valores de roca obtenidos de obras realizadas en el lugar.

Teniendo en cuenta que los pilotes perforados en roca, transmiten las cargas por punta y considerando el método constructivo, se adoptó diámetros mayores.

Área de Pilote:

$$A_p = \frac{\pi \cdot \phi^2}{4} = \frac{\pi \cdot (1,20\text{m})^2}{4} = 1,13 \text{ m}^2$$

Area de cabezal:

$$A_c = a \times b = 4,00 \times 4,00 = 16,00 \text{ m}^2$$

$$H_c = 1,50 \text{ m (adoptado)}$$

$$I_{xx} = I_{yy} = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{b^4}{12} = \frac{(4\text{m})^4}{12} = 21,33\text{m}^4$$

$$x = y = 0,95 \text{ m}$$

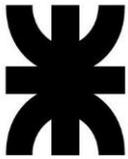
A partir de los datos supuesto del tipo de suelo en la zona, a través de la table 16.4 se determina :

$$\phi = \text{ángulo de fricción} = 35^\circ$$

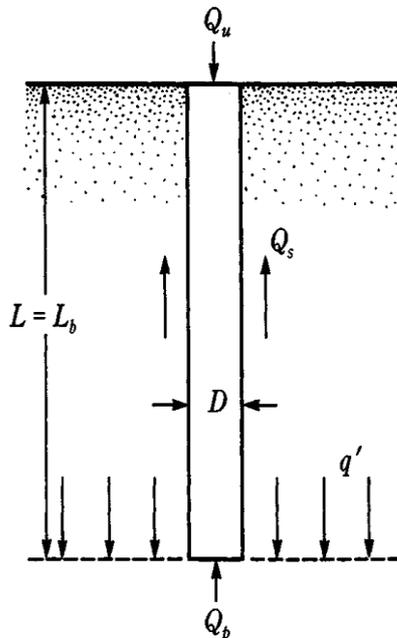
Tipo de roca	Ángulo de fricción, ϕ (grados)
Arenisca	27-45
Caliza	30-40
Lutita	10-20
Granito	40-50
Mármol	25-30

Tabla 9.4 ángulo de fricción roca





Del gráfico de la figura 9.11, utilizando el ángulo de fricción del suelo de $\phi = 35^\circ$, obtenemos la relación L_b/D . Para este caso, L del pilote es igual al L_b por tener un suelo homogéneo, por lo tanto conociendo el ángulo de fricción del suelo, mediante el gráfico 9.3, se determina la relación L_b/D .



L = longitud de empotramiento
 L_b = longitud de empotramiento en estrato de apoyo

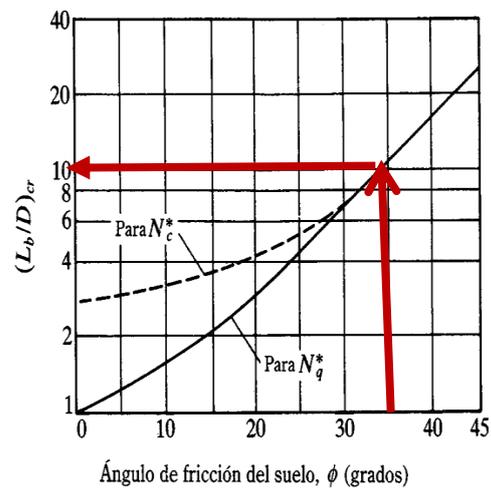


Figura 9.11 Variación de L_b/D Con el ángulo de fricción del suelo- Según Meyerhof

Entonces: $L = 10 \times D = 10 \times 1,20\text{m}$

Por lo tanto, la longitud del pilote:

L = se adopta 3 metros

γ roca = según circsoc 101 = 28 kn/m³

Reemplazando valores:

$$Q_{ui} = \frac{Q_u}{4 \cdot A_p} \pm \frac{M_{ux}}{I_{xx}} \cdot y \pm \frac{M_{uy}}{I_{yy}} \cdot x + P_p \text{ (pilote)} + P_p \text{ (cabezal)}$$

$$Q_{ui} = \frac{285,15\text{kn}}{4 \cdot 1,13 \text{ m}^2} + \frac{(1335,96\text{Knm})}{21,33\text{m}^4} \cdot 0,95\text{m} + \frac{(1335,96\text{Knm})}{21,33\text{m}^4} \cdot 0,95\text{m} + 23,53 \frac{\text{Kn}}{\text{m}^3} \cdot 2,50\text{m} \cdot 1,13 \text{ m}^2 + \frac{23,53 \cdot (4,00\text{m})^2 \cdot 1,5\text{m}}{4}$$

$$Q_{ui} = 389,7 \text{ Kn}$$



9.6.1.5 Estimación de Q_p (METODO DE MEYERHOF)

Para pilotes en roca

$$q' \cdot N_q^* \leq A_p \cdot q_L \quad Q_p = (\text{no puede exceder } q_l)$$

$$q_L = 50 \cdot N_q^* \cdot \text{tg } \phi \quad (\text{Resistencia de Punta limite})$$

De gráfico 9.12, con $\phi = 35^\circ$, obtenemos $N_q^* = 120$

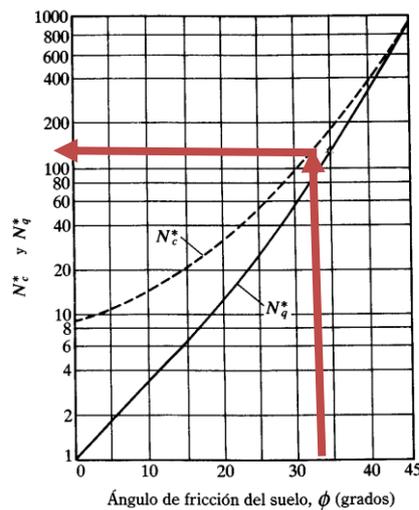


Figura 9.12 Variación de los valores máximos de N_c^* y N_q^* con el ángulo de fricción del suelo

Entonces:

$$q_L = 50 \cdot 120 \cdot \text{tg } 35^\circ = 3462 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2}$$

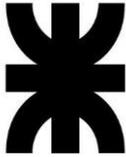
$$A_p \cdot q_L = 1,13 \text{ m}^2 \times 3462 \frac{\text{Kn}}{\text{m}^2} = 3912,06 \text{ Kn}$$

$$Q_p = A_p \cdot q' \cdot N_q^*$$

$$q' = \gamma \cdot L = 28 \text{ Kn/m}^3 \times 2,50 \text{ m}$$

$$q' = 70 \text{ Kn/m}^2$$

$$Q_p = A_p \cdot q' \cdot N_q^* = 1,13 \times 70 \times 120 = 9495,36 \text{ kn}$$



Q_p es mayor que $A_p \cdot q_l$, por lo cual adoptamos el valor de (q_l)

Luego, verificamos:

$$Q_{u4} \leq A_p \cdot q_L$$

$$389,7 \text{ Kn} \leq 3912,06 \text{ Kn (verifica)}$$

9.6.1.6 Armadura:

Según reglamento CIRSOC 201, obtenemos la A_{st} en función de la carga nominal, de la siguiente manera:

$$A_{st} = \frac{P_n - 0,85 \cdot f'_c \cdot A_g}{f_y - 0,85 \cdot f'_c}$$

Donde:

$$P_d \geq P_u = \text{máximo} \rightarrow 1,4 P_d$$

$$P_u = 932,12 \text{ kn}$$

Para columnas zunchadas, la resistencia de diseño será:

$$P_d = 0,595 \cdot P_n$$

$$P_n = \frac{932,12}{0,595} = 1566,58 \text{ kn}$$

$$A_{st} = \frac{1566,58 - 0,85 \cdot 25 \cdot 1000 \cdot 0,384}{420 \cdot 1000 - 0,85 \cdot 25 \cdot 1000}$$

$$A_{st} = -0,0185 \text{ m}^2$$

$$\text{Cuantía mínima} = 38,46 \text{ cm}^2$$

$$0,01 A_g > A_{st} > 0,08 A_g$$

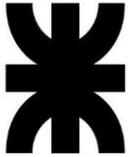
Adopto $\varnothing 16 \text{ mm}$

$$\text{Área de hierro} = 2,01 \text{ cm}^2$$

Armadura longitudinal:

$$\frac{38,46}{2,01} = 19,10 \approx 20 \varnothing 16 \text{ mm}$$





Zuncho:

$$\rho_{min} = 4 \times A_{sp} / s \times d_c > \rho_s = 0,45 [(A_g/A_c) - 1] \times (f_c/f_y)$$

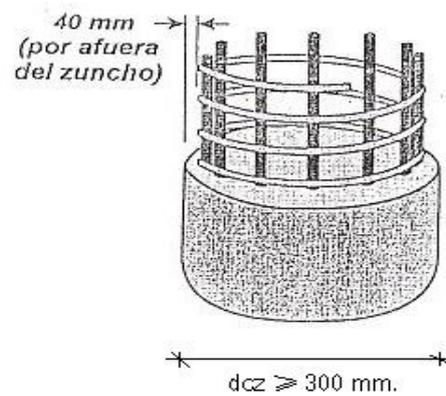
Armadura transversal o espirales de columnas zunchadas

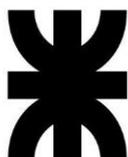
Diámetros de las barras o alambres de los zunchos: $d_b \geq 10$ mm, se adopta $\varnothing 10$ mm.

El paso libre s entre los espirales de la columna debe ser:

$$s \leq 80 \text{ mm} = 8 \text{ cm}$$

1 \varnothing 10 c/80mm





CAPÍTULO DIEZ

PRESUPUESTO Y ANALISIS FINANCIERO

10.1 INTRODUCCIÓN:

El proyecto “complejo teleférico” se ha dividido en dos etapas, la primera etapa correspondiente a lo edilicio del complejo teleférico y la segunda al sistema de transporte. El siguiente presupuesto fue desarrollado en detalle para la segunda etapa, siendo la primera etapa ya presupuestada en el año 2017. En este apartado se realizó, la actualización de los costos correspondientes a la primera etapa y el calculo de los costos de la segunda etapa.

Debido a que el 75% de los materiales obtenidos para la construcción del sistema teleférico son importados, y solo el 25% nacional, se recurrió a solicitar costos a las empresas proveedoras de teleféricos. Se contactó con un representante de la empresa doppelmayr, en Buenos Aires, la cual dio una cotización aproximada del sistema teleférico completo e instalado.

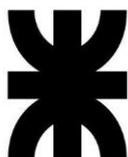
Por otro lado, se hizo contacto con un representante del proyecto Quito Cables, en Ecuador, el cual brindó costos correspondientes a los componentes del teleférico. De esta manera se pudo obtener los valores del costo total, considerando los precios en dólar vigente en enero de 2021.

10.1 ANALISIS DE PRECIO:

Para poder determinar el precio total que tendrá el proyecto, lo primero que se realiza habiendo determinado todos los ítems del proyecto, es un análisis de precio.

Este análisis de precio consiste, en determinar el costo unitario que tendrá cada ítem, en base a un análisis de los costos de materiales necesarios, mano de obra con sus respectivas cargas sociales y equipos.





Cabe destacar que, en la mayoría de las obras, este procedimiento se lo efectúa para cada uno de los ítems que componen la obra, pero para este proyecto en particular debido a que el 75% de los materiales son importados, no se podrá realizar en profundidad un análisis de sus costos. Como es en el caso del cable tractos, las estaciones terminales, cabinas, etc.

Por lo tanto, se tendrá, se realizará un análisis de costo unitario para los ítems de fabricación local, como es el caso del hormigón.

10.2 CÓMPUTO Y PRESUPUESTO:

Se confeccionó en base al cómputo métrico y análisis de precios de cada uno de los ítems que compone la construcción del sistema teleférico, los mismos se encuentran detallados en las tablas del anexo I. Cabe destacar que, para obtener el precio final de la obra, se consideraron una serie de costos, los mismos se muestran en la tabla 10.1.

COSTO TOTAL			\$	7.307.945,52
	COSTO - COSTO	1	\$	7.307.945,52
	GASTOS GENERALES	10%	\$	730.794,55
	COSTO FINANCIERO -	8,2%	\$	595.597,56
	SUB TOTAL		\$	8.634.337,63
	BENEFICIOS	10%	\$	863.433,76
	SUB TOTAL		\$	9.497.771,40
	IMPUESTOS			
	I.V.A + Ingr. Brutos	23,70%	\$	2.250.971,82
	IMPUESTO AL CHEQUE	1,20%	\$	113.973,26
	IMPORTACION	35%	\$	1.859.360,30

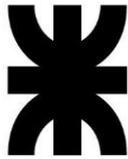
Figura 10.1 Costo total de la obra

En la tabla 10.2 se muestran los precios en moneda argentina como en dólar, afectadas por el coeficiente de impacto que es resultado de los diversos gastos, beneficios e impuestos que arrojan el precio final.

TOTAL DÓLAR	\$ 13.722.076,78
TOTAL PESOS	\$ 1.237.045.221,32

Figura 10.2. Precio de venta de la obra





10.3 PLAN DE AVANCES:

Se confeccionó en base al cómputo métrico y análisis de precios de cada uno de los ítems que componen la obra, Siendo las primeras nueve, correspondientes a la primera etapa, y los ítems siguientes a la instalación del sistema teleférico. La programación de la obra se efectuó de manera que la obra se desarrolle con mayor eficiencia, determinado el lapso total de 18 meses para finalizar la obra.

Se tiene, así como fecha de inicio de la obra junio del 2021 y fin de ejecución de la misma para noviembre de 2022, las tareas se realizarán de manera modular y secuencial siguiendo los lineamientos establecidos, en base a esto y al orden en que se ejecutan los rubros, se consideran porcentajes de avances para cada uno de los meses. Para organizar las tareas se utilizó una gráfica de gant, que es una herramienta que permite planificar las actividades, y sus elementos facilitan una visión general del Proyecto, así como un seguimiento del mismo, este diagrama está formulado a partir de la información del plan de avance y nos permite visualizar rápidamente cuales son los rubros que tendrán actividad, la duración del mismo, como así También cuales de estos se realizan de manera simultánea.

En la tabla 10.3, se muestra cómo se programó el desarrollo de la obra, durante los dieciocho (18) meses que corresponden al plazo de ejecución de la misma.

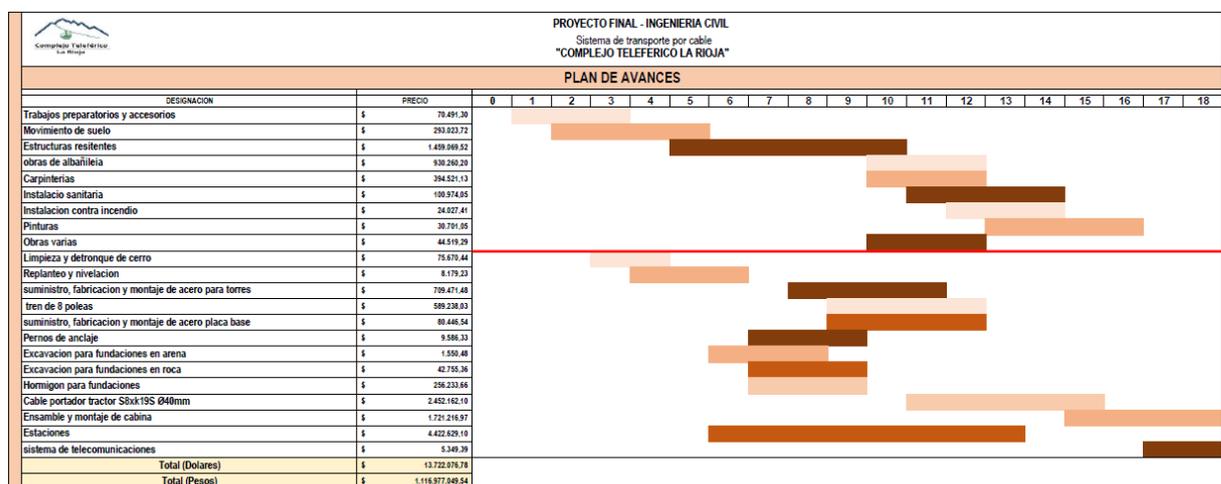
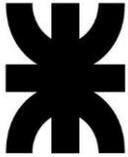


Tabla 10.3. Plan de avances





10.4 CURVA Y CRONOGRAMA DE INVERSIONES:

La curva de inversión es una herramienta imprescindible para cualquier empresa ya que le permitirá, prever con anticipación las posibles dificultades financieras que pudieran surgir durante el plazo de ejecución de las obras. En el gráfico 10.1 Podemos observar 2 curvas, una de ingreso y otra de egreso, dadas en función del monto y del tiempo, en la zona donde la curva de egresos se encuentra por encima de los ingresos la diferencia en ordenada entre ellas representa el déficit existente para ese momento. En este caso ese déficit se deberá afrontar con recursos financiados, para ello, se solicitará un préstamo bancario.

Es importante destacar que para este Proyecto se contempló un anticipo de obra para el inicio de los trabajos, correspondiente al 10% del precio de venta total, este anticipo será descontado Parcialmente Con un 10% de la certificación correspondiente de cada mes, por otro lado la garantía y fondo de reparo constituyen retenciones en los pagos correspondiente al 5% de la certificación de obra para cada uno de los meses, ambos, serán reintegrados una vez concluida la obra, que en este caso por practicidad este ingreso de dinero lo supongo el mes 19 es por ello que al final de la curva de ingreso se muestra un crecimiento.

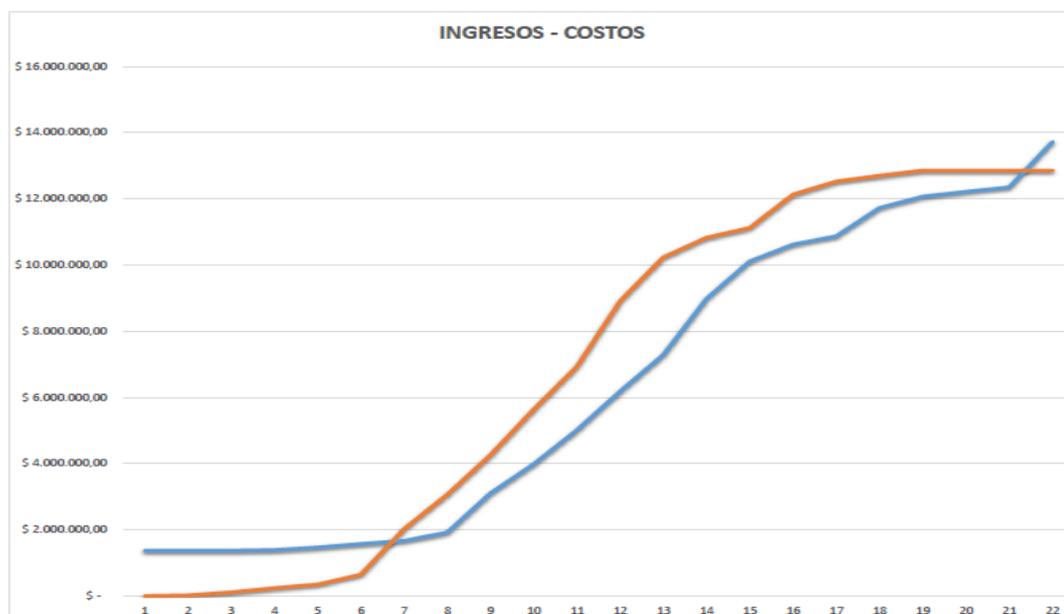
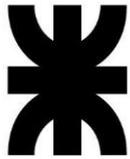


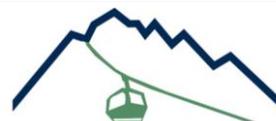
Gráfico 10.1 – Curva de inversión

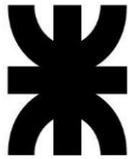




CAPÍTULO ONCE

PLIEGO DE CONDICIONES TECNICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN Y EXPLOTACIÓN DE TELEFÉRICOS





MINISTERIO DE FOMENTO

2236 *ORDEN de 14 de enero de 1998 por la que se aprueba el pliego de condiciones técnicas para la construcción y explotación de las instalaciones de teleféricos y funiculares para transporte de viajeros.*

La Orden del Ministro de Transportes y Comunicaciones de 30 de marzo de 1979 aprobó el pliego de condiciones técnicas para la construcción y explotación de las instalaciones de teleféricos. Con el transcurso del tiempo, los criterios técnicos aplicables a las instalaciones de transporte por cable han ido cambiando paulatina y sustancialmente como consecuencia de las experiencias obtenidas en la explotación de las mismas y de los avances tecnológicos que han afectado al diseño y fabricación de sus elementos constituyentes, así como a su construcción.

Todo ello hacía precisa la adaptación del contenido del citado pliego a las nuevas tecnologías y criterios de fabricación, construcción y explotación, por lo que inicialmente una Comisión Mixta constituida por la Administración General del Estado y de aquellas Comunidades Autónomas que ostentaban competencias sobre instalaciones de teleféricos y funiculares comenzó a realizar tareas tendentes a dicho fin, las cuales, una vez en vigor la Ley de Ordenación de los Transportes Terrestres, continuaron en el seno de la Comisión de Directores generales de Transportes del Estado y de las Comunidades Autónomas, a través del grupo de trabajo para la coordinación técnica de los transportes por cable, al que se encomendó la redacción de una propuesta de actualización de la citada normativa.

Dicho grupo de trabajo, toda vez que las modificaciones afectaban de forma sustancial al vigente pliego de condiciones técnicas, ha elaborado, con la finalidad de sustituir a éste, un proyecto de pliego de condiciones técnicas para la construcción y explotación de las instalaciones de teleféricos y funiculares para transporte de viajeros que ha sido informado favorablemente por la citada Comisión de Directores generales.

Finalmente, en la tramitación de esta Orden se ha cumplido el procedimiento de información en materia de normas y reglamentaciones técnicas establecido en la Directiva 83/189/CEE, del Consejo, y en el Real Decreto 1168/1995, de 7 de julio.

En su virtud, dispongo:

Artículo único.

Se aprueba el pliego de condiciones técnicas para la construcción y explotación de las instalaciones de teleféricos y funiculares para transporte de viajeros, incluido como anexo de esta Orden.

Disposición derogatoria.

Queda derogada la Orden del Ministro de Transportes y Comunicaciones de 30 de marzo de 1979 por la que se aprueba el pliego de condiciones técnicas para la construcción y explotación de las instalaciones de teleféricos y cuantas otras disposiciones de igual o inferior rango se opongan a lo dispuesto en esta Orden.

Madrid, 14 de enero de 1998.

ARIAS-SALGADO MONTALVO

ANEXO

Pliego de condiciones técnicas para la construcción y explotación de las instalaciones de teleféricos y funiculares para transporte de viajeros

ÍNDICE

Título I.

Generalidades.

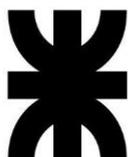
- 1.1 Objeto del Pliego.
- 1.2 Terminología.
 - 1.2.1 Constituyente.
 - 1.2.2 Teleférico.
 - 1.2.3 Funicular.
- 1.3 Clasificación de las instalaciones.
 - 1.3.1 Según el soporte de su movimiento.
 - 1.3.2 Según el sistema de movimiento.
 - 1.3.3 Según el número y disposición de sus cables.
 - 1.3.4 Según el sistema de sujeción de los vehículos al cable móvil.
 - 1.3.5 De acuerdo con el tipo de vehículo.
 - 1.3.6 Según la situación del puesto de mando.
 - 1.3.7 Según el sistema de mando del movimiento.
- 1.4 Proyecto de la instalación.
 - 1.4.1 Generalidades.
 - 1.4.2 Estudio de los terrenos a ocupar.
 - 1.4.3 Cálculos técnicos.
 - 1.4.4 Análisis de la seguridad.
 - 1.4.5 Planos.
- 1.5 Construcción de la instalación.
 - 1.5.1 Documentación exigida.
- 1.6 Puesta en servicio.
 - 1.6.1 Obligaciones del constructor.
 - 1.6.2 Formalidades previas.
 - 1.6.3 Autorización de funcionamiento.
- 1.7 Normativa supletoria.

Título II.

Prescripciones generales.

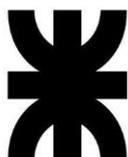
- 2.1 Emplazamiento.
- 2.2 Trazado.
 - 2.2.1 Trazado en planta.
 - 2.2.2 Limitaciones a la longitud de la línea.
- 2.3 Perfil.
 - 2.3.1 Limitaciones a la pendiente del cable.
- 2.4 Gálibo.
 - 2.4.1 Gálibo transversal en los vanos.
 - 2.4.2 Gálibo transversal en los soportes de línea y en los accesos a estaciones.
 - 2.4.3 Excepciones al gálibo transversal.
 - 2.4.4 Gálibo longitudinal.
- 2.5 Distancia máxima al suelo.
 - 2.5.1 Vehículos abiertos.
 - 2.5.2 Vehículos cerrados.
 - 2.5.3 Excepciones.
- 2.6 Distancia mínima al suelo.
- 2.7 Velocidad de funcionamiento.





- 2.7.1 Funiculares.
 - 2.7.2 Teleféricos bicables con vehículos acompañados.
 - 2.7.3 Teleféricos bicables con vehículos no acompañados.
 - 2.7.4 Teleféricos monocables con vehículos cerrados y pinzas fijas.
 - 2.7.5 Teleféricos de movimiento unidireccional y pinzas desembragables.
 - 2.7.6 Teleféricos con vehículos abiertos y pinzas fijas.
 - 2.7.7 Durante las revisiones.
 - 2.7.8 Durante la utilización del motor de socorro.
- 2.8 Intervalo mínimo entre dos vehículos.
- 2.8.1 En instalaciones de movimiento continuo.
 - 2.8.2 Casos no previstos en los números anteriores.
- 2.9 Capacidad y acompañamiento de los vehículos.
- 2.9.1 Indicación de la capacidad y carga máxima admisibles.
 - 2.9.2 Determinación de la capacidad de los vehículos.
 - 2.9.3 Dimensiones mínimas de las sillas.
 - 2.9.4 Cálculo de la carga de un vehículo.
 - 2.9.5 Capacidad máxima de los vehículos.
- 2.10 Condiciones de apoyo de los cables sobre los soportes.
- 2.10.1 En los sistemas bicables.
 - 2.10.2 En los sistemas monocables.
 - 2.10.3 Carga admisible sobre los rodillos de los soportes de línea.
 - 2.10.4 Angulo de deflexión.
- 2.11 Acción del viento.
- 2.11.1 Presión equivalente.
 - 2.11.2 Zonas de fuertes vientos.
 - 2.11.3 Coeficientes de forma.
 - 2.11.4 Longitud virtual para grandes vanos.
- 2.12 Evacuación de viajeros.
- 2.13 Cruzamientos.
- 2.14 Zonas peligrosas.
- 2.14.1 Medidas de seguridad.
 - 2.14.2 Redes de protección.
- 2.15 Iluminación de las instalaciones.
- 2.16 Señalización.
- 2.17 Mantenimiento de las instalaciones en correcto estado de funcionamiento.
- 2.18 Prevención de accidentes laborales.
- Título III.
- Cables.
- 3.1 Disposiciones generales.
- 3.2 Tipos de cable y utilización de los mismos.
- 3.2.1 Cables carril.
 - 3.2.2 Cable tractor, de transporte y análogos.
 - 3.2.3 Cables de tensión.
 - 3.2.4 Otros cables.
- 3.3 Dimensiones de los cables.
- 3.3.1 Seguridad a la tracción.
 - 3.3.2 Efectos del dispositivo de tensión.
 - 3.3.3 Carga transversal.
- 3.4 Poleas, tambores y zapatas.
- 3.4.1 Perfiles.
 - 3.4.2 Relación entre diámetros.
 - 3.4.3 Aceleración.
 - 3.4.4 Diámetros.
- 3.5 Empalmes y terminales de los cables.
- 3.5.1 Empalmes.
 - 3.5.2 Terminales.
- 3.6 Reposición de cables.
- 3.7 Ensayos y recepción de los cables.
- Título IV
- Estaciones
- 4.1 Generalidades.
- 4.2 Estaciones propiamente dichas.
- 4.2.1 Dimensionamiento y servicios.
 - 4.2.2 Seguridad de usuarios y empleados.
 - 4.2.3 Iluminación.
 - 4.2.4 Función del puesto de mando como puesto de vigilancia.
 - 4.2.5 Prohibiciones de acceso.
 - 4.2.6 Protección contra incendios y descargas.
 - 4.2.7 Cargas admisibles y coeficientes de seguridad.
- 4.3 Equipo motor y frenos.
- 4.3.1 Motor principal.
 - 4.3.2 Motor de socorro.
 - 4.3.3 Motor auxiliar o de reserva.
 - 4.3.4 Adherencia.
 - 4.3.5 Frenos del equipo motor.
- 4.4 Dispositivos de tensión y anclaje de los cables.
- 4.4.1 Regulación de la tensión.
 - 4.4.2 Cálculo de contrapesos y desplazamientos.
 - 4.4.3 Ubicación de los dispositivos de tensión.
 - 4.4.4 Dispositivos hidráulicos de tensión.
 - 4.4.5 Unión cable-dispositivo tensor.
- 4.5 Accesos, salidas y circulación en las estaciones.
- 4.5.1 En instalaciones con movimiento unidireccional.
 - 4.5.2 Telesillas en general.
 - 4.5.3 Particularidades para los telesillas de pinza fija.
- 4.6 Disposiciones varias.
- 4.6.1 Relativas a la seguridad.
 - 4.6.2 Conservación de las instalaciones.
 - 4.6.3 Conservación de los accesos.
- Título V.
- Soportes de línea.
- 5.1 Generalidades.
- 5.2 Cargas.
- 5.3 Coeficientes y condiciones de seguridad.
- 5.3.1 Soportes de línea.
 - 5.3.2 Construcción de los soportes de línea.
 - 5.3.3 Cimentaciones.
- 5.4 Particularidades constructivas.
- 5.4.1 Apoyo del cable-carril.
 - 5.4.2 Trenes de rodillos de apoyo de cables.
 - 5.4.3 Dispositivos de guiado.
 - 5.4.4 Accesibilidad de los soportes de línea y de los elementos de guiado y apoyo.





- 5.4.5 Numeración de soportes de línea.
- 5.4.6 Corrosión.
- Título VI.
- Vehículos.
- 6.1 Generalidades.
- 6.2 Cargas a considerar.
 - 6.2.1 Principales.
 - 6.2.2 Complementarias.
- 6.3 Seguridad.
 - 6.3.1 Coeficientes de seguridad.
 - 6.3.2 Fatiga.
- 6.4 Características constructivas.
 - 6.4.1 Construcción de vehículos.
 - 6.4.2 Cabinas cerradas.
 - 6.4.3 Ventilación y cristales.
 - 6.4.4 Telesillas.
 - 6.4.5 Dispositivos de control del número de viajeros.
- 6.5 Elementos auxiliares.
- 6.6 Elementos de enganche.
 - 6.6.1 Unión vehículo-cable.
 - 6.6.2 Resistencia al deslizamiento.
 - 6.6.3 Número de pinzas.
 - 6.6.4 Paso de las pinzas por los rodillos.
 - 6.6.5 Materiales de las pinzas.
- 6.7 Carros de teleféricos bicables.
 - 6.7.1 Reparto de cargas y descarrilamiento.
 - 6.7.2 Oscilaciones y aceleraciones.
 - 6.7.3 Gargantas.
 - 6.7.4 Balanceo y quitanieves.
- 6.8 Frenos del carro.
 - 6.8.1 En los sistemas bicables.
 - 6.8.2 En caso de rotura de cables.
 - 6.8.3 En vehículos acompañados.
 - 6.8.4 Parada de la instalación.
 - 6.8.5 Materiales y esfuerzo de frenado.
- Título VII.
- Dispositivos de seguridad y comunicaciones.
- 7.1 Dispositivos de seguridad.
 - 7.1.1 Teleféricos de vaivén.
 - 7.1.2 Teleféricos de vaivén, no acompañados.
 - 7.1.3 Telesillas de pinza fija.
 - 7.1.4 Instalaciones con vehículos de pinza desembragable.
 - 7.1.5 Pulsadores de parada.
 - 7.1.6 Parada automática.
 - 7.1.7 Tomas de tierra.
 - 7.1.8 Disparo automático de dispositivos de seguridad.
 - 7.1.9 Instalaciones con mando a distancia.
 - 7.1.10 Sobretensiones.
 - 7.1.11 Control del viento.
 - 7.1.12 Aparatos de control.
- 7.2 Comunicaciones.
 - 7.2.1 Conexión a la red telefónica nacional.
 - 7.2.2 Conexiones telefónicas entre estaciones.
 - 7.2.3 En teleféricos bicables.
 - 7.2.4 Excepciones.
 - 7.2.5 Condiciones de las conexiones.

- Título VIII.
- Explotación.
- 8.1 Personal.
 - 8.1.1 Responsable Técnico y Encargado de Explotación.
 - 8.1.2 Conductores Encargados y personal de explotación en general.
 - 8.1.3 Cualificación y nombramiento.
- 8.2 Reglamento de Explotación.
 - 8.2.1 Prescripciones sobre el funcionamiento y la explotación.
 - 8.2.2 Seguridad en el servicio.
 - 8.2.3 Disponibilidad del reglamento y de los manuales.
- 8.3 Controles de seguridad durante la explotación.
 - 8.3.1 Generalidades.
 - 8.3.2 Revisiones de las instalaciones.
 - 8.3.3 Revisiones y mantenimiento de los cables.
 - 8.3.4 Sustitución de los cables.
 - 8.3.5 Revisiones de las pinzas.
 - 8.3.6 Elementos esenciales en la seguridad de la instalación.
 - 8.3.7 Normas de funcionamiento de las instalaciones.
 - 8.3.8 Requisitos para la puesta en servicio de una instalación.
 - 8.3.9 Libro de Explotación.
- 8.4 Relaciones con la Administración y los usuarios.
 - 8.4.1 Comunicación de accidentes.
 - 8.4.2 Información al público.
 - 8.4.3 Normas relativas a los usuarios de las instalaciones.
 - 8.4.4 Admisión de viajeros y preferencias en el uso de las instalaciones.
 - 8.4.5 Libro de Reclamaciones.
 - 8.4.6 Responsabilidades de los usuarios.
- Excepciones.

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN Y EXPLOTACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE TELEFÉRICOS Y FUNICULARES PARA TRANSPORTE DE VIAJEROS

TÍTULO I

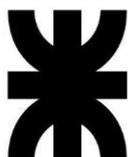
Generalidades

1.1 Objeto del pliego

El presente pliego tiene por objeto establecer las condiciones a las que habrán de ajustarse la construcción y explotación de las instalaciones de transporte de viajeros por cable, entendiéndose por tales aquellas que se destinan al transporte de viajeros en vehículos soportados o arrastrados por uno o varios cables.

A estos efectos, se considerarán incluidos los funiculares en todo lo que les sea pertinente, y excluidos los telesquíes y otros sistemas en los que el viajero, calzado con esquíes o equipado con aparatos especiales apropiados, no pierde contacto con el medio sobre el que se desliza, los cuales serán objeto de reglamentación especial.





1.2 Terminología

1.2.1 Constituyente.—Se entiende por «constituyente» de una instalación todo componente elemental, grupo de componentes, subconjunto o conjunto completo de material incorporado a ella.

1.2.2 Teleférico.—Se entiende por teleférico toda instalación de transporte en la que los vehículos se encuentran suspendidos de uno o más cables.

Entre las diversas clases de teleféricos existen algunas denominadas usualmente por constructores, explotadores y usuarios de la siguiente forma:

Telecabina: Teleférico de movimiento unidireccional dotado de vehículos cerrados de poca capacidad.

Telebén: Teleférico de movimiento unidireccional cuyos vehículos son cestas destinadas a transportar uno o más pasajeros de pie.

Telesilla: Teleférico de movimiento unidireccional cuyos vehículos son sillas.

1.2.3 Funicular.—Se entiende por funicular toda instalación de transporte en la que uno o más cables tiran de los vehículos, que se desplazan sobre una vía colocada en el suelo o soportada por obras fijas.

1.3 Clasificación de las instalaciones

1.3.1 Según el soporte de su movimiento:

a) Terrestres: Funiculares y otras instalaciones con vías o pistas situadas en el suelo y en los que la tracción se efectúa mediante cable.

b) Aéreos: Teleféricos, es decir instalaciones de transporte o sistemas con vehículos suspendidos de uno o más cables.

1.3.2 Según el sistema de movimiento:

a) De vaivén: Cuando los vehículos están animados por un movimiento de ida y vuelta entre las estaciones.

b) Unidireccionales: Cuando los vehículos se mueven siempre en el mismo sentido. Entre estos los hay de «movimiento continuo», que se mueven a una velocidad constante y «pulsantes» cuyos cables se mueven de manera intermitente o a una velocidad que varía periódicamente según la posición de los vehículos.

1.3.3 Según el número y disposición de sus cables.—Los teleféricos pueden ser:

a) Monocables: Dotados de un sólo cable llamado portador-tractor, que sirve como guía o carril y de elemento tractor. En este mismo grupo se incluyen aquellos sistemas provistos de más de un cable que, al moverse de forma sincrónica, ejercen de hecho la función de uno solo.

b) Bicables: Dotados de uno o varios cables-carril, que sirven como soporte y guía, y de uno o varios cables tractores.

1.3.4 Según el sistema de sujeción de los vehículos al cable móvil:

a) Instalaciones de pinza fija, en las cuales el elemento de acoplamiento queda unido al cable de forma permanente.

b) Instalaciones de pinza desembragable, mediante elementos que permiten desacoplar los vehículos del cable.

1.3.5 De acuerdo con el tipo de vehículo:

a) Instalaciones provistas de vehículos cerrados.

b) Instalaciones provistas de vehículos abiertos como sillas y otros vehículos que no pertenezcan a la categoría anterior.

1.3.6 Según la situación del puesto de mando.—De acuerdo con la situación del puesto de mando en servicio normal, se pueden considerar los siguientes tipos:

- Con puesto de mando en la estación.
- Con puesto de mando en el vehículo.

1.3.7 Según el sistema de mando del movimiento.—Se pueden enumerar los tipos siguientes:

a) Manual, en el que la marcha está regulada por un agente situado en la sala de máquinas o bien en los andenes o en los vehículos (telemando).

b) Automático, en el que la acción de un agente o de los mismos viajeros, se limita a la puesta en marcha de la instalación, sin ninguna intervención posterior.

1.4 Proyecto de la instalación

1.4.1 Generalidades.—El proyecto definitivo de concurso, o de construcción si no hubiera concurso, habrá de ser presentado a la Administración competente para su aprobación, y deberá estar firmado por un técnico de grado superior facultado para ello y visado por el colegio profesional correspondiente.

Podrá prescindirse del visado de los anexos al Proyecto primitivo que se presenten con posterioridad y cuya finalidad sea simplemente facilitar aclaraciones o precisiones respecto al mismo.

El Proyecto incluirá necesariamente los siguientes documentos:

A) Memoria:

- Justificación de la necesidad de la instalación.
- Descripción detallada de la misma.
- Estudio técnico:

a) De los terrenos a ocupar y de su área geográfica.
b) Cálculos técnicos.
c) Análisis de la seguridad.
d) Descripción de los constituyentes de la instalación y de los mecanismos de seguridad.

4. Estudio económico.
5. Reglamento de explotación. Anexo. Plan de evaluación.

B) Planos:

- De situación.
- De conjunto.
- Planta.
- Perfil longitudinal.
- Planos de detalle.
- Zona de influencia y servidumbres.

C) Pliego de condiciones facultativas.

D) Presupuesto:

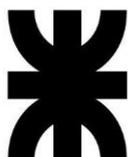
- Mediciones.
- Cuadros de precios.
- Presupuestos parciales.
- Presupuesto general.

1.4.2 Estudio de los terrenos a ocupar.—En caso procedente habrán de incluirse en este apartado de la Memoria los estudios geológicos, geotécnicos y geofísicos necesarios para tener un adecuado conocimiento de los terrenos a ocupar y de su área geográfica, especialmente de las diferentes cuestiones que a continuación se señalan:

Estratigrafía del terreno.
Existencia de laderas deslizantes o corrimientos de masas de tierra.

Posibilidad de desprendimientos de rocas o piedras.





Capacidad portante del terreno de cimentación.

Datos meteorológicos y climáticos de la zona como innivación, vientos dominantes y sus velocidades, tormentas, peligro de inundaciones, etc.

Posibilidad de que puedan producirse aludes o avalanchas.

Riesgo de fenómenos sísmicos.

En todo caso, el proyectista habrá de concluir sobre la idoneidad del emplazamiento del conjunto de la instalación y de su zona de influencia por estar libres de peligros naturales.

En caso de que pudiera existir algún peligro con carácter esporádico, se concretarán las medidas de seguridad a adoptar. A este respecto se estará a lo dispuesto en los puntos 2.1 y 2.14 del presente pliego de condiciones.

En este apartado de la memoria merecerá especial atención el aspecto del impacto ecológico de la instalación, incluyendo un estudio que detalle las consecuencias de la misma sobre la naturaleza circundante y describa las medidas que se prevé tomar para minimizar el impacto.

1.4.3 Cálculos técnicos:

1. Generalidades.—Este apartado de la Memoria habrá de contener las explicaciones necesarias para un fácil seguimiento de los cálculos, utilizando preferentemente la sistematización señalada en el presente pliego, con cuyo objeto:

Se expondrán los criterios de cálculo y, siempre que las fórmulas utilizadas no sean clásicas o de uso frecuente, su demostración completa.

En todo caso deberán quedar claramente explícitas cuales son las hipótesis de carga tomadas como base de cálculo.

Si el cálculo se realiza en más de una etapa se incluirán los valores intermedios obtenidos.

Se incluirán cuantos gráficos y diagramas puedan facilitar el seguimiento de los cálculos o poner de manifiesto cuáles son las condiciones más desfavorables de carga o de trabajo de los diferentes elementos.

Los dibujos de referencia útiles para la comprensión de los cálculos se incluirán en este apartado de la Memoria, con independencia de los que puedan formar parte de la colección de planos.

Cuando hayan de utilizarse para subsiguientes cálculos o dimensionamiento de elementos, valores que deban tener el carácter de máximos o mínimos de una serie, figurará un cuadro comparativo con la totalidad de los mismos.

Habrà de incluirse la comprobación de que los valores resultantes de los cálculos no rebasan los límites establecidos en este pliego.

2. Cálculos justificativos a incluir.—La norma general es que los cálculos técnicos deberán demostrar que la instalación, en su conjunto, cumple con las exigencias del pliego de condiciones técnicas, que sus constituyentes están convenientemente aplicados y utilizados y que su comportamiento en las condiciones más desfavorables no puede comprometer el cumplimiento de tales exigencias.

A este efecto los cálculos técnicos incluirán la justificación de los elementos que a continuación se señalan:

Línea: Ángulo de deflexión, flechas y presiones máximas y mínimas sobre los rodillos en las condiciones que más adelante se fijan en este pliego.

Equipo de tensión.

Poleas, ejes y rodamientos.

Frenos.

Justificación de la adherencia del cable a la polea motriz.

Potencia del motor principal y del motor de socorro. Resistencia de las estructuras de las estaciones y de los soportes de línea.

Resistencia de las ménsulas.

Ejes de los rodillos de apoyo de los cables.

Bulones de anclaje.

Macizos de cimentación.

Pinzas o carros de suspensión.

Elementos portantes de la suspensión hasta llegar al vehículo.

3. Excepciones en la justificación de constituyentes.—En el caso de que se utilicen en la construcción de instalaciones de transporte por cable constituyentes fabricados por industriales especializados de reconocida capacidad técnica, podrán suplirse los cálculos y los planos correspondientes por documentos técnicos de la empresa fabricante, acreditativos de todas las características del elemento utilizado que demuestren su adecuación y suficiencia al caso concreto de que se trate.

Los constituyentes provistos de la declaración «CE» de conformidad tan sólo deben justificarse en cuanto a su correcta aplicación, pues se consideran conformes a las exigencias del presente pliego de condiciones.

1.4.4 Análisis de la seguridad.—Debe incluirse en este apartado un análisis de la seguridad de la instalación para justificar que, considerada conjuntamente con su entorno, ofrece condiciones satisfactorias de seguridad en las situaciones más desfavorables.

Dicho análisis deberá establecer un inventario de los riesgos y precisar la lista de constituyentes de la instalación cuyo fallo represente un peligro para la seguridad de los viajeros.

1.4.5 Planos.—Este documento habrá de incluir los planos que se relacionan a continuación, indicándose, en algunos casos, una escala orientativa para su presentación:

a) Planos generales:

De situación (1:50.000).

Del conjunto de las instalaciones (1:5.000).

Planta (1:2.000).

Perfil longitudinal (1:1.000 ó 1:2.000).

Zona de influencia.

Detalles y aclaraciones en el caso de cruce o paralelismo con ferrocarriles, carreteras o caminos carreteros, instalaciones de transporte por cable, líneas eléctricas, pistas de esquí, etc.

De señalización de la instalación si la Administración lo estima conveniente.

b) Planos de construcción: Habrán de indicar al menos las dimensiones generales y especificación de los elementos resistentes y ser suficientes para definir completamente cada elemento constituyente de la instalación.

Estaciones y sus cimentaciones.

Soportes de línea y sus cimentaciones.

Ménsulas.

Rodillos y balancines.

Equipo de tensión.

Frenos.

Vehículos y suspensiones.

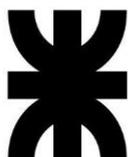
Pinzas o carros.

c) Esquemas de circuitos e instalaciones:

Esquema eléctrico motriz y de maniobra.

Esquema de los circuitos de seguridad.





Esquema de las instalaciones hidráulicas y neumáticas.

Detectores de descarrilamiento de los cables.

Si en los planos de los soportes de línea, ménsulas y estaciones no queda suficientemente explícito el cumplimiento de lo exigido para el gálibo, habrán de acompañarse planos donde expresamente se justifique este extremo.

La relación anterior está referida a una instalación de tipo medio. En cualquier caso, y especialmente si se trata de grandes instalaciones, la Administración competente podrá solicitar del peticionario cuanta documentación estime necesaria, pudiendo reducir la misma si se trata de una instalación de menor importancia.

1.5 Construcción de la instalación

La construcción de la instalación, incluida obra civil, montaje y regulación, se hará conforme al proyecto y a la normativa vigente con constituyentes y materiales que cumplan las exigencias del proyecto y correctamente montados.

1.5.1 Documentación exigida.—El peticionario de la instalación, como justificación de la calidad de la construcción, presentará los siguientes documentos:

- Certificado de ensayo de los cables de acuerdo con la normativa correspondiente.
- Estudio geotécnico de la capacidad portante del terreno de cimentación.
- Certificados de calidad de los materiales empleados en la obra civil, —singularmente cimentaciones—, y de los utilizados en los árboles y ejes de las poleas motriz y de reenvío, poleas, ejes, bulones de carros, suspensiones y trenes de rodillos.
- Ensayo a la fatiga de árboles y ejes, pinzas, suspensiones y vehículos, admitiéndose certificados de ensayos correspondientes a elementos análogos en condiciones de trabajo similares.
- Certificados de ausencia de fisuras y otros defectos en los ejes de poleas, cuerpo y mandíbulas de las pinzas y cordones de soldadura críticos (suspensiones, soportes de línea).
- Resultados de las pruebas al deslizamiento del cable tractor en el volante motriz y las pinzas, si se han tomado en los respectivos cálculos coeficientes de rozamiento superiores a los máximos que este pliego admite sin demostración (puntos 4.3.4 y 6.6.3).
- Certificación del buen resultado de cuantas otras pruebas y ensayos sean necesarios para garantizar la seguridad y fiabilidad de la instalación, hayan sido o no expresamente requeridos por la inspección.
- Certificado de fin de obra extendido por el técnico competente director de la misma, en el que constará que la instalación construida se ajusta al proyecto aprobado y que la obra se ha realizado adaptándose a la normativa vigente.

No será obligatoria la presentación de los certificados referentes al suelo y los relativos a las propiedades mecánicas y ensayos de los materiales, salvo los referentes a cables, cuando la inspección así lo estime procedente.

Los ensayos habrán de realizarse en laboratorios aceptados por la inspección, quién deberá ser previamente avisada por si desea asistir o delegar su asistencia en otra entidad o persona.

La concordancia entre los constituyentes ensayados y los que se monten en la instalación habrá de quedar inequívocamente establecida por el solicitante de la prueba quien, en su pedido al laboratorio, deberá hacer cons-

tar la instalación de destino y las especificaciones que deben cumplirse.

Cuando existan constituyentes que estén amparados por una declaración «CE» de conformidad, podrán omitirse todos los certificados que se refieran a estos constituyentes si se presenta dicha declaración con sus posibles anexos.

1.6 Puesta en servicio

1.6.1 Obligaciones del constructor.—El fabricante vendrá obligado a facilitar a la empresa explotadora los manuales de uso y mantenimiento de la instalación, conteniendo las instrucciones pertinentes de servicio, control en la explotación y conservación, incluyendo las circunstancias que exigirán el cambio de constituyentes.

1.6.2 Formalidades previas.—La autorización de funcionamiento de una instalación de transporte por cable después de su construcción, a otorgar por la Administración competente si procede, requerirá la realización previa por parte de las empresas concesionarias de las pruebas y ensayos pertinentes a las que deberá asistir el personal que se va a encargar de la explotación, así como la presentación de la siguiente documentación:

- Nombramiento de los conductores titular y suplente de la nueva instalación, así como del responsable técnico y encargado de la explotación si no estuviesen ya designados, para su aceptación o rechazo por la Administración.
- Libros de Explotación, de Cables y de Reclamaciones, que serán diligenciados por la Inspección.
- Acta de rodaje de la instalación durante 100 horas, en las condiciones establecidas por la Inspección, con indicación de las mismas y certificación de ausencia de anomalías.
- Acta firmada conjuntamente por el director de la obra y el responsable técnico en la que se detallen las pruebas realizadas y se confirme el buen resultado alcanzado, especificando que la instalación está completamente terminada, en perfecto estado de funcionamiento y en condiciones de ser autorizada su puesta en servicio.
- Los manuales de uso y mantenimiento de la instalación que la Administración competente requiera que, deberán concretar las circunstancias que exigirían la sustitución de los constituyentes.

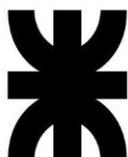
1.6.3 Autorización de funcionamiento.—Una vez presentada por el concesionario la documentación reseñada, en el punto 1.6.1, reconocida la obra, si procede, por la Inspección y efectuadas las pruebas oportunas, se levantará el Acta correspondiente y, en su caso, la Administración autorizará el funcionamiento de la instalación.

1.7 Normativa supletoria

En todas las cuestiones contempladas en el presente Pliego de Condiciones en las que no se mencionen de modo expreso normas de cálculos, de características o de ensayos de elementos o materiales se tomará como referencia, en lo que proceda, la siguiente normativa:

- Las disposiciones, instrucciones y normas vigentes sobre construcción, materiales, instalaciones electrotécnicas, ensayos y recepción de cables de acero y otros elementos utilizados en la construcción de instalaciones de transporte por cable.
- Las Normas del CEN.
- Las normas UNE.





4. Las recomendaciones de la OITAF.
5. La normativa para transporte por cable y las normas sobre elementos o materiales (DIN, AENOR, AFNOR, etc.) dictadas en el país del constructor de la instalación.

TÍTULO II

Prescripciones generales

2.1 Emplazamiento

El emplazamiento de una instalación para transporte de viajeros por cable deberá ser elegido de forma que ninguno de los elementos que la constituyen queden amenazados por peligros naturales como avalanchas, desprendimientos, corrimientos, etc., debiendo quedar garantizada en todo momento la seguridad del servicio.

En ese sentido el proyectista de la instalación vendrá obligado al cumplimiento de lo establecido en el punto 1.4.2.

Se evitarán, en lo posible, las zonas ventosas, así como el paso por encima de bosques y lugares habitados.

En los casos procedentes deberán adoptarse las medidas de seguridad a que se refiere el punto 2.14.1.

2.2 Trazado

2.2.1 Trazado en planta.—El trazado en planta, en principio, será rectilíneo. No obstante, en casos justificados, se admitirán desviaciones siempre que los soportes de línea hayan sido proyectados de forma que su estabilidad quede totalmente asegurada en la hipótesis más desfavorable que pueda presentarse, tanto con la instalación en funcionamiento como fuera de servicio.

2.2.2 Limitaciones a la longitud de la línea.—En instalaciones equipadas con vehículos abiertos ubicadas en zonas expuestas a duras condiciones meteorológicas, la longitud de la línea estará limitada por la duración del recorrido, que será del orden de quince minutos, a la velocidad de explotación.

2.3 Perfil

El perfil del trazado deberá ser regular en lo posible y acorde con los métodos de evacuación adoptados.

2.3.1 Limitaciones a la pendiente del cable.—En las instalaciones de movimiento continuo la inclinación del cable entre dos apoyos consecutivos no podrá superar el 100 por 100, salvo en tramos cortos, justificando debidamente la pendiente adoptada, y siempre que la evacuación de los viajeros lo permita.

2.4 Gálibo

2.4.1 Gálibo transversal en los vanos.—Deberá existir un espacio libre lateral mínimo de un metro entre cada uno de los obstáculos ajenos a la instalación y los vehículos o cables situados en la posición más desfavorable en un mismo plano transversal, cualquiera que sea la hipótesis de carga. A este respecto, habrá de tenerse en cuenta la acción del viento y los efectos dinámicos. Para el cálculo de los efectos transversales del viento en el vehículo o cable, se tendrá en cuenta una inclinación máxima de 0,2 rad (11,5 °C).

Entre dos vehículos inclinados 0,2 rad hacia el interior o entre un vehículo inclinado asimismo 0,2 rad hacia el interior y un cable, deberá quedar un espacio libre de 0,5 metros como mínimo. Para la medición de esa distancia se considerará uno de los ramales de cable situado en el plano vertical que pasa por su eje y el otro ramal empujado hacia aquél por el viento máximo

tolerable con la instalación en funcionamiento, o con una desviación del 5 por 100 de la flecha máxima, si esta última fuese mayor.

2.4.2 Gálibo transversal en los soportes de línea y en los accesos a estaciones.—Al paso por los soportes de línea y en las zonas de entrada y salida de las estaciones deberá considerarse una desviación mínima del vehículo respecto a la vertical de 0,2 rad (11,5°), valor que se incrementará con un espacio libre de 0,1 rad, con lo cual la oscilación libre mínima será de 0,3 rad (17,2°).

A su vez la oscilación libre mínima de las pinzas a su paso por los rodillos habrá de ser de 0,1 radianes.

En casos justificados (soportes de línea cilíndricos, lugares protegidos contra el viento, etc.) podrá reducirse el mínimo anterior en un 15 por 100.

En las estaciones el espacio libre entre dos vehículos inclinados simultáneamente al máximo hacia el interior, será como mínimo de 0,50 metros.

2.4.3 Excepciones para el gálibo transversal:

a) Podrá adoptarse una inclinación transversal menor de 0,2 radianes (11,5°) en los siguientes casos:

a.1 En cabinas acompañadas o dotadas de dispositivos de seguridad contra la oscilación, si dicha inclinación transversal no se alcanza bajo la acción del viento máximo admisible en servicio, especificado en el Reglamento de explotación de la instalación correspondiente.

a.2 En instalaciones con vehículos guiados en la parte superior, dotados de articulación transversal entre la suspensión y el vehículo, el límite de inclinación en esa parte será 0,14 rad (8°).

En los sistemas de movimiento unidireccional sólo se admitirá guiado en la suspensión y a condición de que la unión entre ésta y el vehículo sea articulada.

b) El espacio libre lateral podrá ser menor de lo establecido en los puntos anteriores en los siguientes casos:

b.1 Entre partes fijas de la instalación y carros, pinzas, suspensión, etc.

b.2 En cabinas, si existe guiado, salvo frente a ventanas practicables.

2.4.4 Gálibo longitudinal.—En el sentido longitudinal se respetará como mínimo el gálibo correspondiente a una oscilación de 0,34 rad (20°) en relación con la vertical, teniendo en cuenta, si se trata de vehículos abiertos, el espacio ocupado por los viajeros y sus equipos. No obstante, en el caso de teleféricos bicables de vaivén, bastará con que exista una oscilación libre igual a la deducida para las condiciones más desfavorables incrementada en 0,2 rad (11,5°).

2.5 Distancia máxima al suelo

Para los sistemas actualmente conocidos se establecen las siguientes distancias máximas en vertical desde la parte más baja del vehículo al suelo, en las condiciones más desfavorables:

2.5.1 Vehículos abiertos.—En instalaciones de movimiento unidireccional:

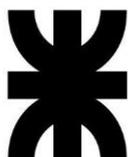
Si la evacuación se efectúa por medio de escalas: 6 metros.

Si la evacuación se efectúa por medio de descensores y el personal de explotación puede alcanzar a los vehículos desde los soportes de línea preparados al efecto: 15 metros.

2.5.2 Vehículos cerrados:

a) Cabinas con laterales superiores practicables.—Igual distancia que para los vehículos abiertos. Ahora





bien, si la evacuación se efectúa por medio de descendores y el personal de explotación puede alcanzar los vehículos desde los soportes de línea preparados al efecto, podrá admitirse hasta 25 metros.

b) Cabinas con laterales superiores no practicable.—Iguales distancias que en el apartado a). En instalaciones de movimiento unidireccional y cuando se trate de un trayecto corto o bien existan circunstancias que faciliten la evacuación (accesibilidad del terreno mediante vehículos, condiciones climatológicas del lugar favorables, dispositivos especiales de evacuación, etc.): 60 metros.

En instalaciones con movimiento de vaivén sin posibilidad de evacuación a lo largo del cable: 200 metros.

En instalaciones con movimiento de vaivén provistas de cabina de evacuación: ilimitada.

2.5.3 Excepciones.—Los límites antes citados podrán ser superados en casos especiales debidamente justificados a juicio de la Administración, en función de las posibilidades de evacuación y del tipo de los vehículos.

2.6 Distancia mínima al suelo

La distancia medida verticalmente entre el punto más bajo de un vehículo, de su carga o de un cable y la cota superior de la capa de nieve, deberá superar los siguientes mínimos, salvo en las inmediaciones de las estaciones:

- En terreno no practicable o cerrado: 2 metros.
- En terreno practicable: 3 metros.
- En el cruce con caminos o carreteras (salvo que existan prescripciones que impongan otras condiciones más desfavorables): 5 metros.

En la determinación de la distancia mínima al suelo se tendrá en cuenta la altura habitual de la nieve en el lugar deducida experimentalmente. La distancia mínima deberá ser mantenida, si fuese necesario, disminuyendo el espesor de la capa de nieve.

A falta de una justificación expresa en la que se tengan en cuenta los efectos dinámicos en las condiciones más desfavorables, deberá considerarse la flecha estática incrementada en el mayor de los siguientes valores:

- 1 por 100 de la distancia al soporte de línea inmediato.
- 5 por 100 de la flecha estática del cable carril.
- 10 por 100 de la flecha estática del cable de transporte.

Para los cables tractores y contracables:

- 15 por 100 de la flecha estática.

2.7 Velocidad de funcionamiento

A la hora de fijar la velocidad de funcionamiento de una instalación de transporte por cable deberán tenerse en cuenta los siguientes puntos:

- La seguridad frente al riesgo de descarrilamiento.
- La suavidad de funcionamiento, con especial atención al paso de los vehículos por los soportes de línea, y la ausencia de oscilaciones anormales ante cualquier circunstancia.
- El comportamiento dinámico de los cables, elementos giratorios y vehículos.
- El embragado y desembragado de las pinzas.
- La organización del embarque y desembarque.
- La comodidad de los usuarios a lo largo del recorrido.

g) Que la energía mecánica acumulada en el vehículo y en los correspondientes cables pueda transformarse en calor al efectuar el frenado, sin detrimento para los frenos y sin merma de su efectividad.

A continuación se indican las velocidades máximas admisibles para los diferentes tipos de instalaciones. Previamente a su autorización la Administración competente podrá exigir el funcionamiento de la instalación a velocidades inferiores, durante un período experimental y, a la vista de los resultados obtenidos, fijar la velocidad máxima de marcha en cada caso.

2.7.1 Funiculares: 12,00 m/s.

2.7.2 Teleféricos bicables con vehículos acompañados:

- Fuera de los soportes de línea: 12,00 m/s.
- Al paso por los soportes de línea: 10,00 m/s.

2.7.3 Teleféricos bicables con vehículos no acompañados:

- En línea: 7,00 m/s.
- Al paso por los soportes de línea: 6,00 m/s.
- En estaciones: 0,40 m/s.

2.7.4 Teleféricos monocables con vehículos cerrados y pinzas fijas:

- En línea: 6,00 m/s.
- En estaciones: 0,40 m/s.

2.7.5 Teleféricos de movimiento unidireccional y pinzas desembragables:

- En línea:
 - En vehículos cerrados: 6,00 m/s.
 - En vehículos abiertos: 5,00 m/s.
- En estaciones:
 - En vehículos cerrados: 0,40 m/s.
 - En vehículos abiertos, en el embarque y desembarque:

Esquiadores: 1,30 m/s.
Peatones por delante: 1,00 m/s.
Peatones sobre el costado: 0,50 m/s.

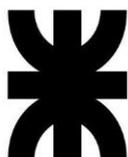
2.7.6 Teleféricos con vehículos abiertos y pinzas fijas:

- En línea: 5,00 m/s.
- En estaciones:
 - Transporte de esquiadores sobre:
Sillas monoplazas o biplazas: 2,50 m/s.
Sillas con más de dos plazas: 2,30 m/s.
 - Transporte de peatones sobre:
Sillas monoplazas o biplazas: 1,50 m/s.
Sillas con más de dos plazas: 1,00 m/s.

Se podrán aceptar velocidades de embarque más elevadas siempre que existan dispositivos que reduzcan la diferencia de velocidad del esquiador en relación con la silla a los valores establecidos como máximos. En el desembarque la velocidad no podrá superar los 2,80 m/s. en el caso de vehículos hasta dos plazas y 2,60 m/s. cuando se trate de vehículos con más de dos plazas.

La utilización simultánea de un telesilla por esquiadores y peatones se admitirá siempre que no viajen en el mismo vehículo y se cumplan las condiciones establecidas para unos y otros sobre áreas de embarque y desembarque, velocidad, señalización, etc.





Cuando los telesillas de tres o más plazas con velocidad superior a 1,00 m/s. sean utilizados por peatones, se ocuparán únicamente las plazas extremas.

El cambio de velocidad rápida a lenta no podrá dar lugar a una deceleración superior a 1,00 m/s².

En telesillas de tres y cuatro plazas, salvo casos realmente justificados, la velocidad será variable.

2.7.7 Durante las revisiones.—La instalación deberá poder funcionar a la velocidad que requiera el sistema de control previsto para la revisión del cable.

2.7.8 Durante la utilización del motor de socorro.—Cuando se utilice el motor de socorro la velocidad de marcha no podrá superar 1,5 m/s cuando el funcionamiento de la instalación con este motor implique dejar fuera de servicio algún mecanismo de seguridad o represente detrimento en la acción de frenado.

2.8 Intervalo mínimo entre dos vehículos

2.8.1 En instalaciones de movimiento continuo.—El intervalo mínimo entre dos vehículos consecutivos en instalaciones de movimiento continuo depende de varios factores: En instalaciones con vehículos de pinza desembragable, principalmente de la velocidad de funcionamiento y en instalaciones con vehículos de pinza fija del tiempo de embarque y desembarque. Los valores mínimos admisibles serán los que se establecen seguidamente:

1. Vehículos con pinza fija a los que los viajeros, si son más de uno, acceden simultáneamente: Intervalo medido en segundos transcurrido entre el paso de dos vehículos por las zonas de embarque y desembarque:

	Peatones	Esquiadores
Vehículo de 1 plaza	5 s	4 s
Vehículo de 2 plazas	8 s	5 s
Vehículo de 3 ó 4 plazas	9 s	5 s

Los valores mínimos del intervalo entre vehículos solo se admitirán cuando las áreas de embarque y desembarque estén convenientemente acondicionadas y, en las estaciones intermedias, no se permita la subida de viajeros a las sillas parcialmente ocupadas.

2. En las instalaciones dotadas de vehículos con pinza desembragable, el intervalo mínimo deberá fijarse de forma que no se produzca la acumulación de vehículos a la entrada y salida de las estaciones.

De todas formas, si se trata de instalaciones con vehículos abiertos, la separación entre ellos no deberá ser nunca inferior a 1,5 veces la distancia de frenado, y a 1,2 veces, en el caso de cabinas cerradas.

2.8.2. Casos no previstos en los números anteriores.—En los casos no previstos en los números anteriores se estará a lo dispuesto en las normas que, de acuerdo con las circunstancias, puedan ser dictadas por la Administración competente.

2.9 Capacidad y acompañamiento de los vehículos

2.9.1 Indicación de la capacidad y carga máxima admisibles.—La capacidad y la carga máxima admisible de las cabinas deberán estar indicadas adecuadamente en el interior de las mismas, en lugar visible para los usuarios.

2.9.2. Determinación de la capacidad de los vehículos.—Se adoptarán los siguientes módulos en función de la superficie de suelo de la cabina en metros cuadrados:

Hasta cinco personas: 0,25 metros cuadrados por viajero.

Desde seis personas en adelante: Superficie total = 0,5 + a x n, siendo:

a: de 0,15 a 0,25 metros cuadrados, según las condiciones climatológicas y el equipo o impedimenta que lleven los usuarios de la instalación.

n: El número de pasajeros, incluido el agente de acompañamiento.

2.9.3 Dimensiones mínimas de las sillas:

Hasta dos plazas: 0,50 metros de ancho por persona. Más de dos plazas: 0,45 metros de ancho por persona.

La profundidad será del orden de 0,50 metros.

2.9.4 Cálculo de la carga de un vehículo.—Para el cálculo de la carga de un vehículo se tendrá en cuenta su capacidad, las condiciones climatológicas y el equipo o impedimenta que puedan llevar los viajeros. Se tomarán valores comprendidos entre 70 y 100 kilogramos para el peso medio de un viajero.

Los valores más bajos se aplicarán a los vehículos de mayor capacidad.

2.9.5 Capacidad máxima de los vehículos:

a) Sillas: Seis viajeros.

b) Cabinas acompañadas: No se fija límite.

c) Cabinas no acompañadas: 30 viajeros. El servicio sin acompañante mediante cabinas de más de 15 viajeros hasta el límite de 30 exigirá autorización explícita otorgada, en cada caso, por la Administración competente, en función de las características constructivas y del equipo de la instalación y estará supeditada al cumplimiento de las siguientes condiciones:

1. Los soportes de línea estarán acondicionados de modo permanente para la subida de los agentes de evacuación, quienes deberán tener un fácil acceso a las cabinas sin ayuda de los pasajeros.

2. Las cabinas estarán dotadas del utillaje que pueda ser necesario para la evacuación.

3. En las cabinas no existirán mecanismos o elementos que, imprescindiblemente, hayan de manipularse, aun en casos de emergencia.

4. Existirán elementos de comunicación entre las cabinas y la estación motriz en ambos sentidos o, al menos, megafonía en los soportes de línea.

Se considerarán como circunstancias favorables a los efectos del otorgamiento de la mencionada autorización las siguientes: la velocidad reducida, el gálibo superior al mínimo admisible, la ausencia de soportes de línea o la reducción de la marcha al paso por ellos.

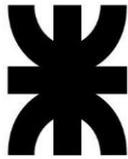
Sólo se autorizará la circulación de cabinas de más de 15 pasajeros sin acompañante cuando exista un agente en cada estación y las condiciones de explotación se ajusten estrictamente a las que se fijen en el Reglamento de Explotación correspondiente.

Las capacidades máximas antes indicadas podrán ser superadas de acuerdo con la experiencia y según criterio de la Inspección.

2.10 Condiciones de apoyo de los cables sobre los soportes

2.10.1 En los sistemas bicables.—En estos sistemas la altura de los soportes de línea y las características de los elementos sustentadores de la línea deberán fijarse de forma que el apoyo de los cables-carril existentes quede asegurado por su propia presión.





El valor mínimo de la carga del cable-carril sobre los elementos de apoyo deberá ser tal que quede asegurado permanentemente el contacto entre ambos aun en el caso teórico de que la tensión máxima prevista en la hipótesis más desfavorable se incremente en un 40 por 100 y que, por la acción del viento ascendente, se ejerza sobre el cable una presión de 500 N/m^2 .

En todo caso, la resultante de la carga mínima deducida con la instalación fuera de servicio y del esfuerzo máximo de un viento horizontal, deberá pasar por la superficie de apoyo del cable sustentador.

2.10.2 En los sistemas monocables.—En los sistemas monocables, con movimiento uniforme y en las condiciones más desfavorables en servicio normal, deberán cumplirse las siguientes condiciones:

a) La carga total sobre cada ramal de los soportes de línea de apoyo no deberá ser inferior al décuplo del número que represente la suma de la longitud en metros de los vanos adyacentes al soporte de línea considerado, con un valor mínimo de 2.000 N.

b) La carga por cada rodillo en los soportes de línea de apoyo deberá ser como mínimo de 500 N.

En casos particulares y debidamente justificados, podrá admitirse una reducción de hasta 400 N.

c) Cuando un soporte de línea quede por encima de la línea que une los contiguos, además de lo establecido en los apartados anteriores, deberá cumplirse el requisito de que su estabilidad quede asegurada en el supuesto de que la tensión del cable, con movimiento uniforme y en las condiciones de carga más desfavorables, aumente en un 40 por 100.

d) En los soportes de línea de compresión, el cable no podrá perder el contacto con los rodillos al paso de un vehículo con carga doble de la normal.

e) En los trenes de rodillos, cuando estén próximos, no se admitirá la hipótesis simplista de que la carga se reparte por igual entre ellos.

f) Se procurará evitar los soportes de línea que actúen a compresión-tracción.

2.10.3 Carga admisible sobre los rodillos de los soportes de línea.—La carga unitaria máxima admisible en los rodillos de los soportes de línea variará según el material utilizado en su fabricación, la forma y el diámetro de las mismas, así como con la carga media, la temperatura y la velocidad de la instalación.

Los valores máximos, expresados en newtons, varían, en función de dichas circunstancias, entre $25 d \times D$ y $50 d \times D$, siendo:

d = diámetro del cable en centímetros

D = diámetro del rodillo en centímetros

2.10.4 Ángulo de deflexión.—El ángulo máximo de desviación del cable en cada rodillo no podrá ser superior a $0,1 \text{ rad}$ ($5,7^\circ$).

2.11 Acción del viento

2.11.1 Presión equivalente.—Se admitirá en los cálculos, sin mayor justificación, que la acción del viento queda materializada en una presión, cuyos valores se indican a continuación, los cuales deberán multiplicarse por los correspondientes coeficientes de forma:

- Instalación en servicio: 200 N/m^2 .
- Instalación fuera de servicio: 1.200 N/m^2 .

Estos valores podrán ser modificados según las condiciones climatológicas y la situación de las instalaciones.

2.11.2 Zonas de fuertes vientos.—En zonas barridas por vientos con velocidades previsible superiores a 150 Kms/h ($41,67 \text{ m/s}$) deberán aplicarse en los cálculos

con la instalación fuera de servicio los valores de la presión deducidos para las velocidades máximas conocidas en esa región o área.

2.11.3 Coeficientes de forma.—A título indicativo se citan los siguientes valores de los coeficientes de forma:

- Cables: 1,0 a 1,2.
- Carros y suspensiones: 1,6.
- Vehículos: 1,0 a 1,6.
- Soporte de línea: 1,0 a 2,8.

Podrán admitirse otros coeficientes si existen o se aportan ensayos demostrativos.

Para la estimación de la superficie expuesta frontalmente al viento en el caso de sillas ocupadas, la superficie de una persona se evaluará en $0,3 \text{ m}^2$.

2.11.4 Longitud virtual para grandes vanos.—En el caso de grandes vanos, superiores a 400 metros, se tomará como longitud del mismo la llamada longitud virtual «Lv», calculada mediante la siguiente fórmula:

$$L_v = 240 + 0,4 \times \text{longitud real del vano, en metros.}$$

2.12 Evacuación de viajeros

Los dispositivos previstos para la evacuación de viajeros (descensores, escalas, cabina de evacuación, cables auxiliares, etc.) además de reunir las condiciones de seguridad suficientes deberán ser los adecuados al tipo y clase de la instalación, perfil de la línea y condiciones climatológicas.

El tiempo máximo previsible para que los viajeros puedan ser trasladados a lugar resguardado será de tres horas, sin bien a la vista de las condiciones especiales de las cabinas, sillas, etc., así como de las climatológicas, podrá modificarse este plazo.

En principio, las operaciones de evacuación se llevarán a cabo sin ninguna ayuda especial de los pasajeros, debiéndose tener también previstos los caminos adecuados para el transporte de los viajeros por su propio pie o, si ello fuese posible, por medios mecánicos.

Para el caso en que la evacuación se efectúe en horas sin luz diurna, deberá existir un número suficiente de aparatos autónomos de iluminación artificial.

Estas prescripciones, de carácter general, deberán concretarse, para cada unas de las instalaciones, en un Plan de Evacuación que defina de forma exacta y detallada y en las diferentes situaciones que puedan presentarse, el tipo de evacuación previsto y las normas de actuación, así como las disponibilidades y ubicación de los medios humanos y materiales necesarios para llevarlo a cabo, al objeto de que se reduzcan al mínimo posible no sólo los tiempos de evacuación propiamente dicho, sino también los de su preparación.

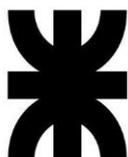
El Plan de Evacuación figurará en el Proyecto de Construcción como un Anexo al Reglamento de Explotación de acuerdo con lo previsto en el punto 1.4.1 del presente Pliego.

2.13 Cruzamientos

Los cruzamientos y paralelismos de instalaciones de transporte de personas por cable con ferrocarriles, carreteras o caminos, instalaciones de transporte por cable y líneas eléctricas, deberán realizarse de forma que no se produzcan perturbaciones mutuas ni se derive de tal situación peligro alguno, tanto en servicio normal como durante su construcción, ejecución de trabajos de mantenimiento y realización de operaciones de evacuación.

Cuando sea procedente, deberá contarse con la autorización de los organismos competentes afectados.





2.14 Zonas peligrosas

Deberá evitarse la implantación de instalaciones en zonas expuestas a los peligros de las fuerzas naturales (aludes, corrimientos de tierras, desprendimiento de piedras, tormentas, inundaciones, terremotos, etc.), así como en las proximidades de aeródromos, zonas normales de vuelo a poca altura y otros lugares en los que puedan existir, de una manera normal y frecuente, peligros recíprocos.

2.14.1 Medidas de seguridad.—En el caso de que se construya alguna instalación en una zona expuesta de forma esporádica a algunos de los peligros más arriba indicados, se tomarán las máximas medidas de seguridad posibles, disponiendo muros de contención, protecciones adecuadas, señalizaciones, iluminación, etc.

2.14.2 Redes de protección.—Cuando se prevea la existencia de algún peligro para los viajeros o para las propiedades en alguno de los lugares sobre los que la instalación discurre deberán colocarse redes de protección.

2.15 Iluminación de las instalaciones

Si se prevé que la instalación esté abierta al servicio público en horarios nocturnos, habrán de disponerse medios permanentes de iluminación adecuada, de forma que no existan puntos de deslumbramiento ni áreas faltas de luz que puedan dar origen a zonas peligrosas.

Asimismo, en función de las características de la instalación, la Administración, en previsión de posibles cortes de energía eléctrica, podrá exigir la instalación de un alumbrado especial —emergencia, señalización y reemplazamiento—, alimentado por fuente energética autónoma que, entre otras circunstancias, permita realizar el salvamento de viajeros con plenas garantías.

2.16 Señalización

Con objeto de garantizar la seguridad de los usuarios y terceras personas y facilitar el buen funcionamiento y la correcta utilización de las instalaciones de acuerdo con sus características peculiares, en todos los lugares que sea oportuno, se dispondrá la señalización pertinente para informar a los viajeros y prevenirles de posibles peligros, encauzar su circulación y darles orientaciones sobre su correcta utilización.

2.17 Mantenimiento de las instalaciones en correcto estado de funcionamiento

Con carácter general será obligatorio que las empresas explotadoras así como el personal de explotación y conservación, mantengan en todo momento las instalaciones de transporte por cable en correcto estado de funcionamiento, durante el período en que estén abiertas al servicio público, todo ello en beneficio de la seguridad de los usuarios y de terceras personas.

2.18 Prevención de accidentes laborales

Con carácter genérico, se explicita la obligatoriedad de las empresas explotadoras de instalaciones de transporte por cable de tomar las precauciones y adoptar las medidas adecuadas para reducir al mínimo los peligros del personal de explotación y de conservación de las instalaciones durante el ejercicio de sus funciones, en conformidad con lo establecido por la normativa de seguridad e higiene en el trabajo e instrucciones de los organismos competentes en dicha materia.

TÍTULO III

Cables

3.1 Disposiciones generales

Durante el montaje de los cables se tomarán las medidas adecuadas para evitar toda posibilidad de destrenzado de los mismos y la formación de bucles.

No se aceptará la utilización de cables usados, salvo en casos especiales y con autorización expresa de la Inspección.

En los cables de alma metálica, ésta no se tendrá en cuenta a los efectos del cálculo de su resistencia. El alma textil será de fibra de cáñamo de Manila, de sisal o sintética y se evitará utilizar material alguno que pueda haber sido tratado con cloro.

3.2 Tipos de cable y utilización de los mismos

3.2.1 Cables carril.—Los cables-carril no tendrán empalmes y, en instalaciones nuevas, habrán de ser cables cerrados. En instalaciones en funcionamiento podrán admitirse cables Hércules o antigiratorios, no estando autorizada en ningún caso la utilización de otro tipo de cable, a menos que su idoneidad esté suficientemente probada.

3.2.2 Cable tractor, de transporte y análogos.—Los cables tractores, los de transporte o análogos, y los contracables deberán ser de acero, de tipo flexible de cordones y, a ser posible, galvanizados y con arrollamiento de igual paso.

3.2.3 Cables de tensión.—Los cables de tensión serán especialmente flexibles, no pudiéndose utilizar cables con capas múltiples de cordones, salvo en el caso de instalaciones dotadas de poleas de gran diámetro o de trenes de rodillos. Los cables con cableado Lang sólo podrán ser utilizados si se han tomado medidas para evitar la rotación del contrapeso y de los acoplamientos de las extremidades del cable.

3.2.4 Otros cables.—Para el tendido telefónico y señalización se recomienda el uso de cables de cordones con hilos galvanizados, aunque también son admisibles otros tipos de cables, siempre que ofrezcan garantías suficientes de seguridad.

3.3 Dimensiones de los cables

3.3.1 Seguridad a la tracción.—Para los cables nuevos se tomará como coeficiente de seguridad a la rotura por tracción los valores que a continuación se señalan, referidos a la resistencia calculada como suma de las secciones de los alambres multiplicada por la carga específica de rotura del acero empleado:

Cable carril: 3,5.

Cables en movimiento en instalaciones provistas de freno en el carro (cable tractor, contracable y de freno): 4,5.

Cables en movimiento en instalaciones desprovistas de freno en el carro (cable tractor, contracable y de transporte): 5 (ver 6.8.1.).

Cable de tensión: 5,5.

Para la determinación del esfuerzo máximo de tracción se considerarán las siguientes cargas:

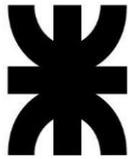
a) Cable carril:

Los contrapesos (tensión de base).

El esfuerzo debido al peso propio del cable.

El rozamiento en los soportes de línea sobre las zapatas (coeficiente de rozamiento de 0,10 a 0,15).





El rozamiento de los trenes de rodillos.
Los esfuerzos adicionales en los casos de anclaje fijo.

Si en el cálculo del esfuerzo máximo de tracción se tiene en cuenta el esfuerzo ejercido por los frenos del carro, el coeficiente de seguridad podrá reducirse en la proporción correspondiente.

b) Cable tractor, contricable y de transporte:

El contrapeso (tensión de base).

El esfuerzo debido al peso propio del cable.

La influencia de los vehículos cargados.

(Coeficiente mínimo de rozamiento del cable y elementos de unión de este con los vehículos de 0,02; para los monocables de 0,028).

Las fuerzas de frenado y de aceleración.

En el caso de instalaciones monocables, podrá considerarse en el cálculo la carga uniformemente repartida a lo largo del cable y no será necesario considerar los efectos producidos por las fuerzas de frenado y aceleración.

3.3.2 Efectos del dispositivo de tensión.—Cuando se empleen dispositivos de tensión hidráulica u otros no convencionales deberán tomarse en consideración para el cálculo las acciones derivadas de su forma de trabajo.

3.3.3 Carga transversal.—Para el cálculo de la carga transversal total y por elementos de rodadura se tomarán como valores máximos los que se indican a continuación:

a) Cable-carril:

1. Relación entre la carga por elemento de rodadura y la tensión mínima del cable en servicio: 1/80.

En casos justificados (por ejemplo, gargantas revestidas) se admitirá hasta 1/60.

2. Relación entre la carga total del conjunto de rodillos del carretón y la tensión mínima en servicio: 1/12.

3. No podrá sobrepasar los 0,15 rad la variación de la pendiente de las tangentes al cable en las extremidades de los vanos, deducidas en las hipótesis de «cable con vehículos vacíos» y «cable con la carga máxima», a velocidad de régimen y con la tensión mínima del mismo.

4. A estos efectos, se considerará que constituyen una sola unidad todos aquellos vehículos en los cuales el descenso de los viajeros pueda efectuarse simultáneamente.

b) Cable de transporte:

1. La relación entre las cargas sobre la pinza y la tensión mínima del cable, en la hipótesis más desfavorable y con velocidad uniforme, no podrá exceder de 1/10. Si la estación motriz es inferior, habrá de considerarse una aceleración de 0,3 m/s² con el ramal ascendente cargado.

2. Cuando la distancia entre dos pinzas sea inferior a 15 veces el diámetro del cable, se considerará que ambos constituyen un único elemento. Si la distancia es superior, deberá considerarse sobre cada pinza la carga total multiplicada por el coeficiente 0,6.

3. Deberá cumplirse para el cable de transporte la misma condición establecida en el apartado a).3 anterior para el cable-carril.

3.4 Poleas, rodillos, tambores y zapatas

3.4.1 Perfiles.—Estos elementos deberán presentar un perfil que favorezca la permanencia del cable en su alojamiento o garganta disminuyendo, en lo posible, los riesgos de descarrilamiento, para lo cual se tendrán en cuenta las condiciones de servicio y las características constructivas del cable.

3.4.2. Relación entre diámetros.—Las relaciones entre el diámetro de curvatura del eje del cable en el elemento de apoyo (D_c) y los diámetros nominales del cable (O_c) y de los hilos de su capa exterior (O_h), no podrán ser inferiores a los valores que se indican en las columnas A y B, respectivamente, del siguiente cuadro.

Por lo que se refiere a las poleas se entiende que sus gargantas están revestidas de material elástico.

Estos mínimos podrán ser objeto de excepción, debidamente justificada, por el empleo de un coeficiente de seguridad del cable más elevado o por las condiciones de trabajo a que esté sometido.

3.4.3. Aceleración.—La aceleración centrípeta en las zapatas de desviación de los cables-carril será normalmente inferior a 2 m/s².

3.4.4. Diámetros.—El diámetro de los rodillos de apoyo del cable, revestidos de material elástico, cuando no se produzca desviación de la dirección del mismo, será como mínimo de 9,6 veces el diámetro del cable y su relación respecto al diámetro de los hilos de la capa exterior mayor de 96.

Utilización	Emplazamiento	(A) D _c /O _c	(B) D _c /O _h	
Cable. Carril.	Apoyos sin movimiento, tales como tambor de anclaje, zapatas de deflexión sin deslizamiento del cable respecto al soporte (estaciones).	65	1.000	
	Desviaciones en apoyos móviles (poleas de tensión, sectores móviles, cadenas).	130	1.000	
	Desviación en apoyos con deslizamiento (zapatas).	250	—	
Cable tractor, contricable y de transporte.	Poleas motrices, de desviación o de reenvío.	80-100	800-1.000	
Cable de tensión.	Poleas de desviación y reenvío.	Instalación con movimiento de vaivén.	50	750
		Instalación con movimiento unidireccional.	40	600
	Poleas sin movimiento (de reglaje, tambores).	20	—	

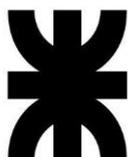
3.5 Empalmes y terminales de los cables

3.5.1 Empalmes.—Los empalmes habrán de ser realizados, exclusivamente, por empresas especializadas o por personas con experiencia acreditada ante la Inspección.

La longitud de los empalmes y la distancia entre dos de ellos será como mínimo igual a 1.200 y 3.000 veces el diámetro del cable, respectivamente.

En los cables-carril no se admiten empalmes. En los demás cables de nueva instalación se admitirá un máximo de dos empalmes si están cerrados en anillo, y uno, si son abiertos. En las reparaciones el número de empalmes podrá aumentar en dos.





3.5.2 Terminales.—Los terminales de los cables se realizarán según las normas vigentes y por especialistas experimentados aceptados por la Inspección.

Como norma general se deberá poder examinar la salida del cable sin necesidad de retirar el casquillo; a su vez, los casquillos podrán retirarse con facilidad.

Se procurará evitar, en lo posible, que los cables trabajen a flexión en la zona inmediata al cono.

3.6 Reposición de cables

La sustitución de los cables deberá efectuarse de acuerdo con lo establecido en el punto 8.3.4 del presente pliego.

La empresa concesionaria vendrá obligada a cortar unos cupones de los cables sustituidos para su entrega a la Inspección, si así lo requiere la misma, quién fijará su número y longitud, con objeto de realizar los oportunos ensayos principalmente destructivos, a los efectos de obtener una información puntual y estadística que permita fijar criterios de valoración y fiabilidad de los cables en servicio.

3.7 Ensayos y recepción de los cables

Para los ensayos y recepción de los cables, en tanto no se publiquen unas normas específicas, deben aplicarse las prescripciones del apéndice al Pliego de Condiciones Técnicas para la construcción y explotación de las instalaciones de remontapendientes.

TÍTULO IV

Estaciones

4.1 Generalidades

Las estaciones y sus instalaciones deberán construirse de manera que queden perfectamente diferenciadas y separadas las zonas correspondientes al público, de las propias y exclusivas del personal de explotación, evitándose interferencias que puedan redundar en perjuicio de la seguridad de los usuarios o del servicio.

4.2 Estaciones propiamente dichas

4.2.1 Dimensionamiento y servicios.—Las estaciones se dimensionarán de acuerdo con las necesidades que demande el tráfico previsible.

Los locales de espera estarán proyectados en consonancia con las características y condiciones del lugar de emplazamiento. Al menos en una de las estaciones o en sus proximidades existirán servicios higiénico-sanitarios. Existirá, asimismo, un botiquín de urgencia.

Las huellas de las escaleras que, eventualmente, existan para uso de los viajeros estarán proyectadas para evitar el deslizamiento de los mismos.

4.2.2 Seguridad de usuarios y empleados.—Se tomarán las precauciones necesarias para que las instalaciones mecánicas, eléctricas y los vehículos en movimiento no representen peligro para los viajeros, estándose, por lo que respecta al personal de servicio, a lo que determine la Administración competente en materia de seguridad e higiene en el trabajo.

El acceso al lugar de embarque de los usuarios de la instalación y la salida del de desembarque estarán separados y debidamente señalizados y, en ningún caso interferirán, con peligro para los viajeros, con las zonas de circulación de los vehículos.

En caso necesario se aumentarán las distancias previstas en el punto 2.4 para asegurar una circulación segura y fácil de los viajeros y vehículos.

4.2.3 Iluminación.—Las estaciones estarán dotadas de una iluminación adecuada a las necesidades que se deriven de sus propias características y de las condiciones de explotación de la instalación. Asimismo deberá preverse una iluminación de socorro.

4.2.4 Función del puesto de mando como puesto de vigilancia.—El puesto de mando deberá establecerse de forma que el conductor de la instalación pueda vigilar la mayor longitud posible de la línea, los puntos de parada, los emplazamientos de los dispositivos de acoplamiento, el equipo motor, los aparatos de control, y simultáneamente, atender a los mandos.

4.2.5 Prohibiciones de acceso.—Estará prohibido el acceso del público a los locales de las instalaciones mecánicas y eléctricas.

4.2.6 Protección contra incendios y descargas.—Las medidas de protección contra incendios y contra las descargas atmosféricas se proyectarán teniendo en cuenta las características particulares de la instalación y de su emplazamiento.

4.2.7 Cargas admisibles y coeficientes de seguridad.—Por lo que se refiere a las cargas admisibles y a los coeficientes de seguridad de la parte constructiva de las estaciones será de aplicación lo que más adelante se establece para los soportes de línea.

4.3 Equipo motor y frenos

La instalación motriz, incluye como mínimo, un motor principal y otro de socorro y podrá estar dotada, además, de otro motor auxiliar o de reserva.

Los elementos del equipo motor y de transmisión que afecten a la seguridad del servicio se calcularán con un coeficiente de seguridad mínimo de 3,5 respecto al límite elástico, en función de los esfuerzos estáticos y dinámicos máximos y, en los casos en que proceda, se tendrá en consideración la fatiga.

Las instalaciones que funcionen con mando a distancia o automáticamente, serán de velocidad variable y su grupo de accionamiento deberá permitir una regulación continua de la velocidad entre cero y la de régimen.

Tanto el arranque de los motores como el de la instalación, deberán quedar asegurados, aun en la hipótesis de carga más desfavorable compatible con las condiciones de explotación.

Tanto el motor de la centralita oleodinámica como los motores auxiliares, en general, estarán provistos también de los correspondientes elementos de protección.

4.3.1 Motor principal.—El motor principal reunirá las condiciones técnicas necesarias para asegurar una explotación normal de la instalación aun en las condiciones más desfavorables previstas en proyecto (carga de los vehículos, frecuencia de recorridos, variaciones de velocidad y aceleración, etc.).

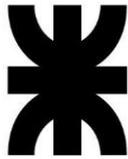
La velocidad del motor principal, a tensión constante, no podrá variar en más de un 5 por 100 de la nominal, cualquiera que sea la carga de la instalación.

Si de alguna distribución de cargas en la línea pudiera derivarse que la propia instalación actúe como automotora, podrá preverse que el motor principal tenga efecto de autofreno.

El motor principal deberá parar automáticamente en los siguientes supuestos:

- Si se produce una caída excesiva de la tensión de alimentación o un corte en el suministro de energía eléctrica.
- Si la intensidad de la corriente crece fuertemente.





- c) Si la velocidad aumenta en un 10 por 100.
- d) Si actúa cualquiera de los dispositivos de seguridad existentes en la instalación.

En las instalaciones que funcionen con mando a distancia o automáticamente, el motor principal parará también automáticamente si se producen los siguientes supuestos:

- a) Excitación inferior al valor mínimo recomendable, según las características del equipo.
- b) Discordancia entre las dinamos tacométricas del motor y del equipo de arrastre.
- c) Avería de la red de alimentación en régimen de devolución de energía a la misma.

4.3.2 Motor de socorro.—El motor de socorro reunirá las condiciones técnicas necesarias para asegurar la llegada de todos los vehículos a cualquiera de las estaciones, aun en las condiciones de explotación más desfavorables, en caso de producirse una avería en el motor principal o un fallo en su suministro energético. Este motor será autónomo, preferentemente, diesel o dotado de un suministro de energía totalmente independiente del suministro del principal, y su velocidad de funcionamiento debe permitir el desalojo de la línea en un tiempo máximo de cuarenta minutos, valor que podrá ser modificado, a juicio de la Inspección, de acuerdo con las condiciones climáticas de la zona, longitud de la instalación y tipología de los vehículos (abiertos o cerrados). Durante el tiempo que dure la evacuación, los dispositivos de seguridad deberán permanecer activos.

En los casos en que la evacuación pueda presentar especial dificultad derivada de diferentes circunstancias desfavorables del perfil y naturaleza del terreno, clima, número máximo de personas en línea, etc. podrá exigirse que este motor de socorro accione directamente sobre la polea motriz, o que exista otro motor de socorro adicional que actúe sobre ella.

4.3.3 Motor auxiliar o de reserva.—La instalación motriz podrá contar, además, con otro motor de reserva, con sus órganos complementarios, que permita reemplazar al conjunto de arrastre principal, y asegurar el servicio de la instalación en régimen de marcha normal o reducida, con la misma seguridad que cuando funciona con el motor principal.

Podrá exigirse su instalación cuando el teleférico constituya el único medio de evacuación de una zona o cuando sea probable que un núcleo de población quede incomunicado. En general, no será preciso contemplar la existencia de este motor, en pequeñas instalaciones de poca altura, longitud, etc., siempre que sea posible su accionamiento manual o en las que sus características aseguren una fácil evacuación.

4.3.4 Adherencia.—La adherencia entre el cable y la polea motriz deberá asegurar la transmisión de la fuerza tangencial máxima que pueda producirse en servicio, considerando, además de las cargas estáticas, las fuerzas de inercia de arranque y de frenado. No obstante, se evitará una adherencia excesiva.

En poleas motrices revestidas de caucho o materia plástica podrá aceptarse, sin necesidad de justificación, un coeficiente de rozamiento de 0,20.

En el caso de revestimientos especiales podrán admitirse coeficientes de rozamiento superiores deducidos de resultados experimentales.

En el cálculo de la relación de tensiones en los dos ramales del cable se tendrá en cuenta el coeficiente adecuado y el ángulo que corresponda al desarrollo circular en el que el cable se adhiere a la polea.

Queda prohibido el uso de correas planas en la transmisión entre motor y polea motriz. Cuando se utilicen correas trapezoidales el número mínimo admisible será de cuatro y, en cualquier caso, deberá quedar asegurada la adherencia con una correa menos de las instaladas.

4.3.5 Frenos del equipo motor.—El equipo motor tendrá al menos dos frenos independientes, automáticos y regulables, uno de los cuales actuará directamente sobre la polea motriz. Asimismo, uno de ellos deberá poderse utilizar como freno de mano de acción directa y ser susceptible de regulación. En aquellas instalaciones en las que se produzca una desaceleración suficiente, exclusivamente por efecto de la resistencia de la línea, aun en las condiciones de carga y temperatura más desfavorables e incluso en caso de rotura de un elemento de transmisión, podrá suprimirse el freno sobre la polea motriz.

La instalación deberá detenerse mediante el accionamiento exclusivo de cada uno de los frenos en un tiempo admisible, de forma que la distancia de frenado en ningún caso rebase los dos tercios de la separación entre vehículos. El esfuerzo de frenado del freno automático se ejercerá por medio de contrapesos o de resortes de compresión.

La desaceleración en el frenado no deberá sobrepasar $1,5 \text{ m/s}^2$. Siempre que sea necesario y, obligatoriamente en caso de instalaciones automáticas o con mando a distancia, el esfuerzo de frenado se regulará de forma que la desaceleración resulte constante cualquiera que sea la hipótesis de carga.

Cuando se produzca un corte en el suministro de energía eléctrica del motor principal, uno de los frenos deberá actuar automáticamente, cumpliéndose de esa forma lo establecido al respecto en el punto 4.3.1 del presente pliego.

Los elementos de los frenos se calcularán bajo carga estática, con un coeficiente de seguridad mínimo de 3,5 respecto al límite elástico.

El freno sobre la polea motriz deberá entrar en acción en caso de embalamiento de la instalación.

Las instalaciones con mando automático contarán también con un mando manual directo.

4.4 Dispositivos de tensión y anclaje de los cables

4.4.1 Regulación de la tensión.—La tensión de los cables-carril, tractores y de transporte estará regulada, en general, por contrapesos, dispositivos hidráulicos u otros elementos que cumplan análoga función.

No obstante, y previa justificación, los cables-carril podrán estar anclados en ambos extremos siempre que su tensión pueda ser medida y regulada.

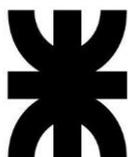
Asimismo se admitirán otras excepciones a la regla general, suficientemente justificadas.

Los manguitos de unión o sujeciones de extremidad que afecten a los cables-carril y a sus cables de tensión o de anclaje, deberán complementarse con una sujeción adicional de seguridad. En el caso de que esta sujeción adicional se realice con cables que unan los cables-carriles al cable de tensión, habrán de montarse simétricamente, deberán estar con pre-tensión y llegarán preferiblemente hasta el mismo dispositivo tensor.

Cuando el anclaje de un cable se realice mediante vueltas muertas del mismo sobre un tambor fijo, se tomarán las medidas oportunas para que pueda desplazarse fácilmente en sentido longitudinal. Sus extremidades libres deberán estar provistas de mordazas de seguridad.

4.4.2 Cálculo de los contrapesos y sus desplazamientos.—Las características de los contrapesos y des-





plazamientos se calcularán teniendo en cuenta las máximas variaciones que pueden producirse en los valores de las flechas del cable en los diferentes vanos por efecto tanto de las cargas como del alargamiento elástico del propio cable y de las variaciones de la temperatura ambiente, tomándose como valor mínimo para este cálculo una diferencia de 60 °C.

Cuando exista la posibilidad de variar la distancia entre el extremo del cable y el contrapeso o el punto móvil del dispositivo de tensión, bastará que el recorrido de este último, en servicio normal, esté holgadamente comprendido entre los límites que, de hecho, acotan su movimiento.

En su caso, se tomarán los márgenes de seguridad acordes con las condiciones climatológicas y la importancia de la instalación, sobre todo, cuando la misma esté emplazada en zonas propensas a la formación de manguitos de hielo.

Cuando varios cables tensores estén montados en paralelo habrán de tomarse las medidas pertinentes para conseguir que la tensión quede uniformemente repartida entre todos ellos.

4.4.3 Ubicación de los dispositivos de tensión.—Los espacios destinados al desplazamiento de las partes móviles de los dispositivos de tensión deberán estar protegidos, en lo que se estime necesario, del agua, de la nieve, del hielo, de desprendimientos, etc., con el fin de que en ninguna circunstancia quede obstaculizada su carrera.

Cuando la carrera del carro tensor o del dispositivo de tensión no sea visible se dispondrá una escala graduada de referencia, indicadora de la posición de los mismos. En los casos en que la distancia entre estos elementos sea variable existirá escala en ambos.

Los lugares donde se encuentren situados los contrapesos o dispositivos de tensión deberán cumplir las condiciones de ser fáciles de vigilar y no accesibles a personas ajenas al servicio.

4.4.4 Dispositivos hidráulicos de tensión.—Cuando se utilicen dispositivos hidráulicos de tensión habrán de cumplirse los siguientes requisitos:

- a) La tensión del cable deberá mantenerse entre límites estrictos mediante presostato regulable.
- b) El circuito tendrá un indicador de presión perfectamente visible y estará dotado de una válvula de sobrepresión regulable.
- c) Existirá una bomba manual auxiliar que permita mantener la presión mínima necesaria para asegurar la adherencia entre el cable y la polea motriz en caso de fallo de la bomba principal.
- d) Se tomarán las medidas adecuadas para evitar maniobras indebidas de válvulas y reguladores, así como para que los posibles escapes del líquido del circuito a presión puedan afectar negativamente a otras partes de la instalación.
- e) Existirán, en lo que sea necesario, sistemas de calefacción o refrigeración del aceite del circuito.
- f) Cuando el dispositivo tenga más de un cilindro no deberán producirse diferencias en la presión o en el tiempo de respuesta de cada uno de ellos. En caso de producirse el propio dispositivo deberá provocar la parada automática de la instalación.
- g) La velocidad de los pistones será la adecuada para asegurar una reacción suficientemente rápida del equipo sin movimientos bruscos.

4.4.5 Unión cable-dispositivo tensor.—Los elementos mecánicos que enlazan el dispositivo tensor con el cable tendrán un coeficiente de seguridad mínimo de 3,5 respecto al límite elástico.

4.5 Accesos, salidas y circulación en las estaciones

4.5.1 En instalaciones con movimiento unidireccional.—En los sistemas de movimiento unidireccional, el paso de los vehículos alrededor de las poleas de las estaciones deberá hacerse de forma que no represente un peligro para los viajeros que, por las causas que fueren, no hayan abandonado la instalación.

En instalaciones de movimiento unidireccional en las que las operaciones de embarque y desembarque de los viajeros se realizan a velocidad más baja que la de servicio, los andenes tendrán una longitud mínima más que suficiente para permitir que dichas operaciones puedan llevarse a cabo a la velocidad máxima prevista en las estaciones. En el caso de instalaciones con vehículos abiertos, si no existe andén en las zonas de aceleración y desaceleración, deberán disponerse redes de protección a una distancia máxima de 1 metro bajo el piso de la estación.

Cuando los vehículos sean cabinas, las puertas y accesos a las mismas serán amplios y cómodos, evitando desniveles y vacíos. En caso necesario, se dispondrán los elementos adecuados de protección contra el peligro de caídas. La distancia entre la puerta de la cabina y cualquier obstáculo fijo será superior a 1,25 metros.

4.5.2 Telesillas en general.—1. En las estaciones de los telesillas existirá un espacio libre mínimo de 1,25 metros, a ambos lados, en toda la zona de embarque o desembarque. Deberá evitarse la reducción brusca del espacio libre más allá de esas zonas o, por lo menos, revestir los posibles obstáculos de un material de protección elástico. En los tramos en que los vehículos circulan sin viajeros el espacio libre podrá reducirse a 0,40 metros. Si los vehículos no están guiados habrá que tener en cuenta la posible oscilación de los mismos a la hora del dimensionamiento de los espacios libres antes señalados.

2. En las estaciones de embarque se proyectarán los accesos, debidamente protegidos si fuera necesario, de forma que los viajeros sean guiados de una manera racional y sin cambios bruscos de dirección hasta el punto de embarque, disponiéndose con suficiente antelación la señalización conveniente para que del modo más natural, ordenado y regular lleguen al lugar previsto.

3. La distancia de los asientos de las sillas al suelo será del orden de 0,40 metros para esquiadores y de 0,50 metros para peatones. Dicha distancia no deberá sufrir cambios sustanciales con las variaciones de carga o de tensión del cable.

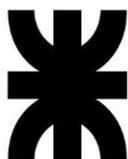
4.5.3 Particularidades para los telesillas de pinza fija.—1. El lugar exacto de embarque estará señalado de modo visible e inequívoco. Los medios empleados para la señalización serán tales que no puedan constituir obstáculo ni molestia para los usuarios de la instalación y, por otra parte, no deberán ser fácilmente desplazables ni verse afectados por contingencias meteorológicas.

2. El mismo criterio se seguirá en la señalización del lugar de desembarque, el cual, como mínimo, estará a 1 metro del borde del andén. Antes de este borde se reducirá gradualmente la altura, disponiéndose redes de protección si fuese necesario.

3. En las instalaciones destinadas al uso exclusivo de esquiadores con esquís puestos existirá una rampa, lo más corta posible, de pendiente mayor del 15 por 100, que permita el rápido desalojo de la zona.

4. Las plataformas de subida o bajada de los vehículos habrán de ser horizontales y su longitud, medida





desde la línea de embarque o desembarque, se ajustará a lo que, a continuación, se establece:

Desembarque:

Longitud mínima «L» en metros en función de la velocidad «v» en m/s:

Peatones:

Vehículos de un solo pasajero: $L = 4 v$.
Vehículos de varios pasajeros: $L = 5 v$.

Esquiadores:

En todos los casos: 2,5 metros.

Embarque:

Peatones y esquiadores: $L = v$.

A la plataforma de embarque seguirá una zona en la que la altura máxima de 1,5 metros, deberá alcanzarse gradualmente. En ningún caso la distancia desde el punto de embarque hasta el final de esa zona será inferior a 4 v, expresada la velocidad en m/s.

5. Mediante el empleo, cuando sea necesario, de la señalización adecuada a las características constructivas de cada instalación y, de conformidad con lo previsto en el Reglamento de Explotación correspondiente, deberá quedar claramente determinado el tipo de viajeros —peatones o esquiadores— que puedan utilizarla y en qué condiciones (sólo subida, subida y bajada, velocidad de funcionamiento, etc.)

6. Las estaciones intermedias tendrán el mismo tratamiento que las extremas, salvo la obligatoriedad del dispositivo de seguridad en los finales del recorrido a que hace referencia el punto 4.6.1.

Se tomarán las medidas oportunas para que las estaciones intermedias fuera de servicio no puedan comportar peligro para los viajeros ni para los peatones o esquiadores que se encuentren en sus inmediaciones.

4.6 Disposiciones varias

4.6.1 Relativas a la seguridad:

1. En los telesillas de pinza fija existirán dispositivos de seguridad que paren la instalación cuando un viajero no haya desembarcado.

2. En instalaciones de vaivén existirán topes elásticos y dispositivos de seguridad en los finales del recorrido o carrera (ver 7.1.3.d).

3. Si las características geométricas constructivas de las poleas motriz y de reenvío no impiden que el cable pueda descarrilar, deberán disponerse los elementos necesarios para su retención en caso de descarrilamiento, evitando que el cable pueda descansar sobre aristas vivas.

4. Las poleas motriz y de reenvío dispondrán de los elementos necesarios que impidan su desplazamiento y caída en caso de rotura del eje que las soporta.

5. Los andenes estarán provistos de los adecuados dispositivos de protección que impidan la caída de los viajeros.

6. Siempre que sea necesario se montarán dispositivos que impidan la acumulación de nieve o de escarcha sobre los cables, poleas y elementos de acoplamiento.

4.6.2 Conservación de las instalaciones.—Deberán existir en las proximidades de las instalaciones los talleres y, en general, los elementos necesarios para la debida conservación de las mismas.

4.6.3. Conservación de los accesos.—Tanto las plataformas de embarque como sus accesos serán objeto de los necesarios trabajos para que en cualquier situación meteorológica se matengan planos y con las mismas pendientes de origen.

TÍTULO V

Soportes de línea

5.1 Generalidades

Con carácter general, y en calidad de condiciones mínimas, todas las obras de hormigón o metálicas que afecten a los soportes de línea que sirven de apoyo de los cables de las instalaciones de teleféricos se ajustarán a la normativa vigente para la construcción de esos tipos de obra.

5.2 Cargas

El cálculo de la resistencia de los soportes de línea y de sus cimentaciones se hará en función de los siguientes datos:

- El peso propio.
- El conjunto de las cargas de apoyo de todos los cables.
- Los efectos del rozamiento entre los cables y su apoyo calculados según lo previsto en el punto 3.3.1. de este Pliego.
- La presión del viento sobre los cables y las obras de la línea, estimada de acuerdo con lo establecido en el punto 2.11.
- La carga del hielo y de la nieve, el peso propio de los vehículos y los efectos dinámicos debidos tanto al movimiento, como a las aceleraciones y a los frenados.

En los casos en que se estime necesario se tendrán en cuenta para el cálculo de los soportes de línea los efectos excepcionales que puedan ocasionarse por rotura o descarrilamiento de un cable, acumulación de nieve, avalanchas, etc., si bien en ese supuesto podrán utilizarse coeficientes de seguridad menores de los señalados en el siguiente punto.

5.3 Coeficientes y condiciones de seguridad

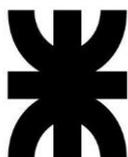
5.3.1 Soportes de línea.—En su conjunto, los soportes de línea deberán ser lo suficientemente rígidos para que las deformaciones elásticas, principalmente las debidas a los efectos de torsión, en condiciones normales de servicio, no comprometan la seguridad del guiado, ni la del apoyo de los cables, y por otra parte, tampoco puedan ocasionar desgastes anormales, tanto en ellos como en las zapatas de apoyo.

El coeficiente de seguridad de los soportes de línea al deslizamiento, al vuelco y al arranque no deberá ser inferior a 1,5 en las condiciones de carga más desfavorables, con la instalación en servicio, y a 1,2, fuera de servicio, pero considerando, en este último caso, las cargas excepcionales.

5.3.2 Construcción de los soportes de línea.—Los soportes de línea se construirán de acero, de hormigón armado o pretensado, o de otros materiales que ofrezcan las mismas garantías de resistencia, calidad constructiva y durabilidad.

Salvo casos especiales, no se admitirá el atirantado de los soportes de línea.





1. Las estructuras metálicas que constituyen los soportes de línea deberán tener un coeficiente de seguridad, definido por la relación entre el límite elástico del material y la carga unitaria de trabajo, calculada en las condiciones más desfavorables, no inferior a 2 con la instalación en servicio, y a 1,5 cuando la misma no esté en funcionamiento. Podrán aceptarse otros criterios que proporcionen una seguridad equivalente.

2. En el caso de soportes de línea de hormigón armado o pretensado, los coeficientes de seguridad mínimos serán de 2,4 y 1,8 con la instalación en servicio o fuera de él, respectivamente.

5.3.3. Cimentaciones.—En el cálculo de las cimentaciones no se tendrán en cuenta los posibles efectos favorables del terreno, a menos que sean permanentes y su estabilidad esté totalmente garantizada.

Las cimentaciones presentarán un resalte sobre el terreno.

5.4 Particularidades constructivas

5.4.1 Apoyo del cable-carril.—Las zapatas de apoyo del cable-carril estarán fijadas, en general, de una manera rígida a la cabeza de los soportes de línea, asegurando al mismo tiempo el libre paso de los vehículos, incluso en las condiciones más desfavorables de carga, balanceo, carro frenado, etc.

Las zapatas estarán construidas de manera que no perjudiquen a los cables e irán revestidas de una guarnición apta para reducir el desgaste. Deberá quedar asegurado un engrase suficiente. Las zapatas oscilantes no se admitirán más que en casos debidamente justificados. En el guiado y suspensión de los cables deberá quedar asegurada la suavidad de su funcionamiento, sin que se produzcan movimientos bruscos o choques violentos.

En los soportes de línea se instalarán dispositivos adecuados que, en principio, eviten el descarrilamiento de los cables y que, en caso de iniciarse éste, permitan llevarlos fácilmente a su posición correcta, a ser posible de forma automática al tender a encarrilarse por sí solos.

5.4.2. Trenes de rodillos de apoyo de cables.—Los trenes de rodillos de apoyo de cables tractores o portatractores deberán ser regulables con el fin de que quede asegurada su alineación con el cable. Dichos trenes estarán calculados y construidos para garantizar un reparto uniforme de las cargas en toda la batería. Deberán existir dispositivos que, en caso de descarrilamiento del cable tractor o portatractor, eviten su caída por debajo del nivel de seguridad.

5.4.3. Dispositivos de guiado.—Los dispositivos de guiado de los vehículos o sus elementos de suspensión se montarán de forma que el balanceo longitudinal o transversal de los vehículos no pueda ocasionar enganche o choque con dichos dispositivos o elementos y que su guiado se haga con la mayor suavidad posible.

5.4.4. Accesibilidad de los soportes de línea y de los elementos de guiado y apoyo.—Deberá poderse acceder fácilmente al pie de los soportes de línea, y éstas estarán provistas de los elementos adecuados que permitan la subida de los operarios de mantenimiento hasta su parte superior, donde, salvo excepciones debidamente justificadas, existirán plataformas de trabajo y los dispositivos precisos para facilitar el engrase y reparación de los elementos de sustentación de los cables y montaje, desmontaje y elevación.

5.4.5. Numeración de los soportes de línea.—Los soportes de línea deberán estar numerados correlativamente, de forma visible.

5.4.6. Corrosión.—Los perfiles abiertos empleados en las estructuras de los soportes de línea tendrán un espesor mínimo de 5 milímetros y los tubos y perfiles cerrados de 2,5 milímetros. Las construcciones metálicas deberán estar eficazmente protegidas contra la corrosión, salvo que sean estancas.

TÍTULO VI

Vehículos

6.1 Generalidades

Las características de los vehículos y de los materiales empleados en su construcción deberán ser las adecuadas, según el tipo de instalación, para garantizar la seguridad y comodidad de los viajeros. Se procurará que los vehículos tengan la máxima visibilidad compatible con las condiciones antes exigidas.

En cuanto a la capacidad de los vehículos y al personal de acompañamiento serán de aplicación las normas previstas en el título II, punto 2.9 de este Pliego.

6.2 Cargas a considerar

Las cargas que deberán tenerse en cuenta a la hora de proyectar los vehículos se agrupan en dos clases: principales y complementarias.

6.2.1 Principales:

Peso propio.
Carga útil.

6.2.2 Complementarias.—Esfuerzos producidos por efecto de las siguientes acciones o elementos:

Viento.
Frenado.
Elementos de guiado.
Amortiguadores de balanceo.
Paso sobre los apoyos del cable.
Volteo alrededor de las poleas, etc.

6.3 Seguridad

6.3.1 Coeficientes de seguridad.—Todos los elementos constitutivos de los vehículos, su suspensión, su unión al cable tractor o porta-tractor y el equipo de frenado, deberán estar calculados con un coeficiente de seguridad respecto al límite elástico no inferior a 3,5, teniendo en cuenta las cargas principales.

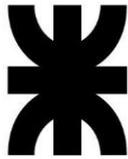
Los resultados se verificarán considerando a su vez esfuerzos complementarios previsibles y, en esa hipótesis de carga, el coeficiente de seguridad deberá ser superior a 2.

6.3.2 Fatiga.—Se tendrán también en cuenta los efectos de la fatiga, por lo que deberá someterse a ensayo un prototipo del vehículo aplicándole una variación de esfuerzo de dos veces la carga total máxima en servicio. El número de ciclos será de 5 millones para los vehículos construidos en acero soldado o aluminio y de 2 millones de ciclos para los construidos en acero. Se admitirán excepciones a esta regla, debidamente justificadas, por la naturaleza o las condiciones de trabajo de la instalación.

6.4 Características constructivas

6.4.1 Construcción de los vehículos.—Los vehículos se construirán de forma que los pasajeros, en condiciones y posiciones normales, no puedan caerse y quede





asegurado su fácil acceso y descenso de los mismos, evitando en lo posible el peligro de que puedan quedar enganchados.

La suspensión podrá tener elementos elásticos con el fin de conseguir una mayor comodidad de los viajeros, y deberá tener la longitud suficiente para evitar que tanto los viajeros, como los esquíes o accesorios que puedan transportar, tropiecen o se enganchen en las poleas, soportes de línea, zapatas, cables, etc.

De igual forma, las cabinas estarán diseñadas de manera que resulte fácil la entrada eventual del personal de evacuación y la propia evacuación de los pasajeros.

6.4.2 Cabinas cerradas.—En las cabinas cerradas se cuidará de una manera especial el cierre de las puertas, a las que se dotará de elementos de seguridad que imposibiliten su apertura involuntaria. Las instalaciones de funcionamiento discontinuo, en las que no exista agente presente en el embarque, deberán estar provistas, bien de un dispositivo que impida el arranque si no están cerradas las puertas, bien de vigilancia mediante televisión en circuito cerrado.

6.4.3 Ventilación y cristales.—Cuando los vehículos estén dotados de cristales deberán ser de los denominados de seguridad. En cualquier caso, las cabinas tendrán asegurada una ventilación suficiente. Si el vehículo llevase conductor o acompañante la ventana correspondiente a su puesto será practicable.

En las cabinas abiertas, los laterales tendrán una altura mínima de 1,10 metros a partir del suelo del vehículo; si los viajeros fuesen sentados, esta altura mínima superará en 0,35 metros la de los asientos.

6.4.4 Telesillas.—En los telesillas, los vehículos tendrán los asientos inclinados hacia su parte posterior y, deberán estar provistos de guarda-cuerpos y reposapiés abatibles. En lo que se refiere a estos últimos, podrán hacerse excepciones en caso de trayectos de corta duración. Se evitará, en lo posible, que las sillas presenten intersticios o salientes en los que puedan quedar enganchados los vestidos o el equipo de los viajeros.

6.4.5 Dispositivos de control del número de viajeros.—En las instalaciones en que no esté previsto el control de los viajeros mediante la presencia de un agente durante el embarque, aunque tengan vigilancia por televisión en circuito cerrado, deberá existir un dispositivo capaz de impedir su funcionamiento si se supera el número máximo de viajeros admisible por vehículo o la máxima carga autorizada.

6.5 Elementos auxiliares

1. Deberá poderse fijar al carro un asiento a utilizar por el personal de servicio para el control del mismo y del cable-carril.

2. Los vehículos acompañados estarán dotados de proyectores luminosos. En el caso de vehículos no acompañados, si se estima necesario, se instalarán elementos reflectantes.

3. Si se trata de vehículos que transportan viajeros de pie se instalarán elementos de apoyo o de agarre en número suficiente.

4. Se anunciará en los vehículos, de forma visible para los usuarios, su capacidad, la carga útil máxima, y cualquier otro dato o indicación que se considere oportuno.

5. Las cabinas se equiparán con el material necesario para casos de emergencia, acorde con las características de la propia instalación y la existencia o no de personal de acompañamiento, tales como útiles de evacuación, señales, iluminación de socorro, botiquín de urgencias, etc.

6. Los vehículos estarán numerados, de forma visible. En las instalaciones con pinza fija se procurará respetar el orden correlativo.

7. Según las características de la instalación, especialmente si se destina al uso de deportistas con poca experiencia, se considera recomendable prever dispositivos especiales para el transporte del equipo (esquíes, mochilas, etc.).

6.6 Elementos de enganche

6.6.1 Unión vehículo-cable.—La unión entre los vehículos y los cables podrá realizarse mediante terminales fundidos, pinzas fijas, pinzas desembragables o dispositivos que actúen por rozamiento sobre el cable.

También serán admisibles aquellos dispositivos que, a juicio de la Administración competente, ofrezcan garantías suficientes de seguridad.

Las pinzas estarán dotadas de un sistema de resortes, u otros elementos que produzcan efectos similares de garantía reconocida, que hagan prácticamente imposible su apertura accidental, así como la disminución de la fuerza de apriete de los mismos por debajo de los límites admisibles.

Las pinzas fijas deberán ser fácilmente desplazables.

Las pinzas estarán identificadas mediante un número grabado en el proceso de fabricación.

6.6.2. Resistencia al deslizamiento.—La resistencia de las pinzas fijas o desembragables al deslizamiento será, como mínimo, igual al peso máximo suspendido. Por otra parte, el coeficiente de seguridad al deslizamiento no podrá ser inferior a tres en las condiciones más desfavorables de pendiente y engrase, incluso con una variación del diámetro del cable de un 3 por 100, en más o en menos, sin necesidad de actuar sobre la regulación de la pinza. Dicha regulación deberá permitir una reducción del diámetro del cable hasta de un 10 por 100.

Se dispondrá del utillaje necesario para medir la resistencia al deslizamiento de las pinzas.

En caso de rotura de un muelle o fallo del sistema alternativo de presión el coeficiente de seguridad al deslizamiento no podrá ser inferior a 1,5.

Si se hace uso de más de una pinza y, de acuerdo con el contenido del punto 3.3.3. b), 2, el conjunto formado puede considerarse como uno sólo, el coeficiente mínimo de seguridad al deslizamiento será 3 para el conjunto.

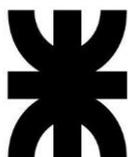
Podrán admitirse valores del coeficiente de adherencia de hasta 0,13, a menos que los resultados obtenidos experimentalmente en las circunstancias posibles más desfavorables avalen la utilización de un coeficiente mayor.

6.6.3 Número de pinzas.—Los vehículos de más de cuatro plazas, en principio, estarán equipados con dos pinzas como mínimo. La Administración podrá exceptuar aquellos sistemas debidamente justificados que ofrezcan garantías suficientes de seguridad.

6.6.4 Paso de las pinzas por las poleas.—La flexión del cable de transporte al paso de las pinzas por la polea motriz o la de reenvío no deberá rebasar los 0,1575 rad (9 °). Los extremos de las pinzas deberán estar convenientemente redondeados y su forma ajustada al perfil de la garganta de los rodillos de apoyo y poleas, con el fin de asegurar un paso suave por los mismos.

6.6.5 Materiales de las pinzas.—El material y eventuales tratamientos térmicos de las mandíbulas de las pinzas deberá ofrecer suficientes garantías de resiliencia para prevenir el riesgo de ruptura frágil. Así mismo el sistema de fabricación deberá eliminar en lo posible la existencia de defectos interiores.





Deberá controlarse el material empleado en cuanto a su composición y características mecánicas. Una vez fabricadas, las pinzas serán controladas individualmente por métodos no destructivos, de manera que quede garantizada la ausencia de grietas interiores y exteriores.

6.7 Carros de teleféricos bicables

6.7.1 Reparto de cargas y descarrilamiento.—Las propias características del carro, cuando la unidad se desplace con movimiento uniforme, deberán asegurar un reparto por igual de la carga total sobre cada uno de los elementos de rodadura del mismo. Por otra parte, se tomarán las medidas adecuadas para prevenir el riesgo de descarrilamiento.

6.7.2 Oscilaciones y aceleraciones.—Las oscilaciones máximas de cualquier naturaleza y las aceleraciones máximas longitudinales o transversales que puedan producirse en servicio al paso del carro sobre los soportes de línea no deberán provocar ningún levantamiento del mismo sobre el cable, ni el descarrilamiento de sus rodillos.

También deberán existir, si se considera conveniente, amortiguadores que reduzcan las oscilaciones de los cables tractor y contr tractor a su llegada al carro.

6.7.3 Gargantas.—Las gargantas de los rodillos de rodadura tendrán normalmente una profundidad mínima igual al 40 por 100 del diámetro del cable y estarán recubiertas de una guarnición elástica.

6.7.4 Balanceo y quitanieves.—En caso necesario, se dispondrán amortiguadores del balanceo longitudinal o transversal. Así mismo, si fuese necesario, se dispondrán dispositivos quitanieves en las extremidades del carro.

6.8 Frenos del carro

6.8.1 En los sistemas bicables.—En los sistemas bicables los carros estarán en general provistos de un freno capaz de detener la cabina en las condiciones más desfavorables (componente del peso máximo suspendido en el tramo de máxima pendiente y de las acciones de todo tipo que pudieran originarse en caso de rotura del cable tractor).

Podrán autorizarse instalaciones sin freno del carro siempre que se cumplan las condiciones exigidas en alguno de los dos apartados siguientes:

a) Que se utilice más de un cable tractor (ordinariamente tres) de tal manera que, en caso de rotura de uno de ellos, los restantes sean capaces de sostener la cabina con la seguridad exigible.

b) Que, si se utiliza un solo cable tractor, éste sea en bucle cerrado y de una sola pieza. El coeficiente de seguridad mínimo habrá de ser 5. En caso de no haber personal de acompañamiento, el gálibo será superior al normal o bien habrá de existir un dispositivo que detenga automáticamente la instalación si se producen oscilaciones transversales excesivas. Así mismo existirá un dispositivo que detecte las variaciones anormales en la tensión del cable tractor. (En caso de instalaciones de corta longitud y con toda la visibilidad de toda la línea desde el puesto de mando, ausencia de soportes de línea, etc., podrá prescindirse de estos dispositivos). Por otra parte, las mordazas de sujeción del carro al cable tractor estarán duplicadas.

Deberá incrementarse el número de revisiones de los dispositivos de seguridad y del cable tractor —cuyo control visual será frecuente y cuidadoso—, sobre todo después de tempestades con descargas eléctricas. El cable

tractor será examinado anualmente mediante método magnetográfico.

6.8.2 En caso de rotura de cables.—En el caso de rotura o aflojamiento del cable tractor o del contracable, el vehículo deberá quedar frenado automáticamente sobre el cable-carril o sobre un cable de frenado.

El freno del carro actuará también automáticamente en caso de rotura de cualquiera de las piezas de unión del cable al carro. Igualmente, y en la medida de lo posible, deberá funcionar automáticamente el freno si se produce la rotura de alguna de las piezas del sistema de accionamiento manual.

6.8.3 En vehículos acompañados.—En el caso de vehículos acompañados por un agente, el freno del carro deberá poder ser accionado manualmente desde la cabina.

6.8.4 Parada de la instalación.—Con el freno del carro actuado, y hasta tanto se detenga la instalación, los vehículos inclinados transversalmente dentro de los límites admitidos deberán poder pasar por los soportes de línea y entrar en las estaciones sin inconveniente alguno.

6.8.5 Materiales y esfuerzo de frenado.—El material utilizado en los frenos, así como el esfuerzo de frenado, serán los adecuados para que dicha acción se ejerza en una distancia admisible, sin que se produzca un calentamiento o desgaste excesivo de las mordazas con disminución apreciable de sus dimensiones que, de hecho, haga insuficiente la fuerza ejercida por los resortes o sistema equivalente y, en consecuencia, ineficaz el dispositivo en su conjunto.

TÍTULO VII

Dispositivos de seguridad y comunicaciones

7.1 Dispositivos de seguridad

Las instalaciones de teleféricos estarán dotadas de los elementos relacionados con la seguridad procedentes en virtud de sus propias características y de las circunstancias de su explotación. En ese sentido, las empresas concesionarias, en cualquier caso, estarán obligadas a instalar no sólo los dispositivos de seguridad exigidos en el presente pliego, sino también cuantos la Administración competente pueda ir considerando como necesarios en el transcurso de su explotación, a la vista de la evolución tecnológica.

Todos los dispositivos de seguridad de los que consta una instalación estarán conectados a un circuito de seguridad, de alimentación constante a baja tensión, que deberá funcionar incluso en caso de avería de la red de suministro de energía eléctrica de la instalación.

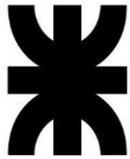
Todo corte de la línea de seguridad, cortocircuito, fuga a tierra y, en general, cualquier anomalía producida en sus hilos conductores o detectada en los aparatos de control y medida, provocará automáticamente la parada de la instalación.

7.1.1 Teleféricos de vaivén.—Los teleféricos de vaivén o de movimiento intermitente en circuito cerrado contarán con los siguientes dispositivos:

a) Indicadores de situación de los vehículos y de su velocidad, de forma que quede asegurado el sincronismo y su posición correcta.

b) Un aparato que controle la correcta ejecución del programa en aquellas instalaciones en las que el movimiento se realice conforme a este sistema. En concreto, si durante el frenado la desaceleración producida





automáticamente por el freno de servicio es inferior al 80 por 100 de la prevista, deberá entrar en acción el freno de emergencia con el mismo tipo de regulación.

c) Un aparato que controle la velocidad de los vehículos antes de entrar en la estación, que tendrá por objeto detenerlos antes de la llegada si su velocidad es excesiva. En el caso de instalaciones automáticas o con mando a distancia, deberán existir dos controles de entrada independientes.

d) Un dispositivo automático que accione el freno de seguridad, en las instalaciones de vaivén, si la cabina llegase a alcanzar el punto límite de su recorrido, pasado el cual no debe circular en servicio.

e) En aquellas instalaciones cuya conducción sea posible desde diferentes lugares, los dispositivos adecuados para que no sea posible reanudar la marcha después de una parada por anomalía, sin previo acuerdo entre los agentes afectados y tras realizar las acciones pertinentes en el puesto de mando desde el que va a conducirse durante el resto del viaje.

7.1.2 Teleféricos de vaivén, no acompañados.—En teleféricos de vaivén, no acompañados, deberá tenerse en cuenta, a la vista de las características de la instalación (existencia o no de soportes de línea, zonas ventosas, gálibo, etc.), el peligro ocasionado por el balanceo excesivo de las cabinas, por lo que habrán de establecerse las medidas de seguridad que convengan e instalar, si fuese necesario, un dispositivo automático capaz de detener la instalación. Ver punto 6.8.1. b).

7.1.3 Telesillas de pinza fija.—En los telesillas de pinza fija deberá existir un dispositivo automático que accione el freno de seguridad cuando un viajero no haya desembarcado.

7.1.4. Instalaciones con vehículos de pinza desembragable.—En las instalaciones provistas de vehículos con pinza desembragable deberá garantizarse que ninguna unidad pueda salir a la línea si su pinza no está debidamente acoplada al cable, así como que todas ellas queden liberadas al llegar a la estación de destino. Con este objeto habrán de implantarse las siguientes medidas de seguridad:

a) Un dispositivo de control geométrico de posición correcta de la pinza y de sus elementos básicos antes de la salida del vehículo.

b) Un dispositivo de control del apriete de las pinzas, que podrá ser directo, si verifica que no deslizan al aplicar un esfuerzo superior a 0,4 veces el peso del vehículo cargado y a 1,3 veces la componente según el cable, o indirecto, si comprueba que la fuerza del muelle es la suficiente para evitar el deslizamiento, en las circunstancias más desfavorables, con coeficiente de seguridad 2. La retención producida por estos dispositivos deberá ser estrictamente la indispensable para la realización del control, a fin de evitar impactos innecesarios y el balanceo de las cabinas que podría producirse si la misma fuese excesiva.

c) Existirá un recorrido de seguridad, de longitud suficiente en función de la distancia de frenado, a partir del punto donde debe realizarse el acoplamiento o desacoplamiento de los vehículos, salvo que por otro procedimiento quede garantizado que un vehículo mal acoplado será retenido y consecuentemente podrá ser retirado o aparcado con posterioridad.

d) No deberá ser posible el retroceso de los vehículos, una vez desacoplados.

e) Las agujas o los transbordadores deberán tener unas características constructivas que hagan imposible la caída de las unidades.

f) Estará inequívocamente señalada cuál es la distancia mínima entre vehículos, distancia que deberá ser respetada en cualquier circunstancia.

g) El vehículo deberá alcanzar la zona de acoplamiento a una velocidad sensiblemente igual a la del cable.

h) Deberá ser imposible la inversión imprevista del sentido del movimiento del cable.

i) Existirá un dispositivo que impida que las pinzas se acoplen en las zonas de los empalmes del cable, a no ser que su abertura sea suficiente para permitir un acoplamiento normal en ellas.

Si los dispositivos citados en los apartados a) y b) anteriores detectasen anomalías, deberá entrar automáticamente en acción el freno de emergencia.

7.1.5 Pulsadores de parada.—En lugares adecuados del puesto de mando y de los andenes de las estaciones se instalarán pulsadores de parada que permitan detener la instalación en caso de emergencia.

Los vehículos acompañados deberán estar dotados de un dispositivo de parada que pueda ser accionado por el agente en caso necesario.

7.1.6 Parada automática.—Deberá producirse automáticamente la parada de una instalación cuando se dé alguna de las siguientes circunstancias:

a) En los teleféricos de vaivén o en los bicables de movimiento continuo con apoyo superior del cable tractor, si se produce una superposición de los cables.

b) Si el cable portatractor se sale de los rodillos correspondientes.

c) Si el cable tractor se sale de los rodillos y no puede volver a su posición normal. El dispositivo empleado deberá tener la máxima insensibilidad a las perturbaciones y excluir de modo absoluto que un cortocircuito provocado por el cable tractor pueda no ser detectado.

d) Si el freno del carro entra en funcionamiento.

e) Si los contrapesos o los carros de tensión alcanzan una posición extrema peligrosa. En el caso de que la distancia entre ambos elementos sea fija, bastará con que exista final de carrera en uno de ellos.

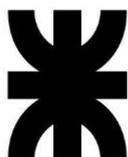
7.1.7 Tomas de tierra.—Los edificios y sus instalaciones, así como los soportes de línea y todos los cables que, por su finalidad, no deban estar aislados dispondrán de toma de tierra, como norma general, mediante hilo de cobre, debiendo cumplirse, en todo caso, la normativa vigente de aplicación. Cuando los soportes de línea disten entre sí menos de 500 metros, será suficiente disponer tomas de tierra cuya separación no supere los 500 metros.

En el caso de cables que durante el servicio, inequívocamente, deben de estar aislados, habrá de preverse una puesta a tierra que pueda conectarse fácilmente cuando la instalación no esté en funcionamiento.

7.1.8 Disparo automático de dispositivos de seguridad.—Los relés inherentes a la seguridad entrarán en acción cuando falte la corriente, es decir, estarán permanentemente excitados durante el funcionamiento normal del conjunto de la instalación. Las autoridades inspectoras podrán admitir relés de acción positiva en determinadas condiciones (redundancia, compensación con otros dispositivos, etc.).

7.1.9 Instalaciones con mando a distancia.—En instalaciones con mando a distancia o por radio, la seguridad no podrá quedar comprometida por ninguna circunstancia externa y, en caso de fallar el enlace, deberá actuar el freno de emergencia. Esta última condición no será de obligado cumplimiento si se dispone un sistema de redundancia con indicación del propio fallo siempre que la falta de transmisión no comporte peligro grave y directo.





7.1.10 Sobretensiones.—Deberá existir protección contra sobretensiones accidentales (descargas atmosféricas, contactos fortuitos, etc.), tanto en el circuito de seguridad como en los de comunicación.

7.1.11 Control del viento.—En toda instalación existirá un anemómetro cuyas indicaciones puedan ser captadas, al menos, en una de sus estaciones en funcionamiento, con el fin de conocer en todo momento la velocidad del viento y proceder a la paralización del servicio en caso necesario. En general, el anemómetro se instalará en el punto más azotado por el viento y su escala indicadora tendrá un contacto de posición variable que permita situar la señal de peligro al nivel deseado.

7.1.12 Aparatos de control.—Las instalaciones deberán estar dotadas de aquellos aparatos de medición y control que, de acuerdo con sus características, faciliten su adecuada utilización y aseguren su correcto funcionamiento con objeto de garantizar la seguridad de los usuarios, del personal y de terceras personas.

7.2 Comunicaciones

7.2.1 Conexión a la red telefónica nacional.—En una de las estaciones o en sus proximidades deberá instalarse un servicio telefónico conectado con la red nacional. En el caso de que ello no fuera posible, deberá disponerse de una instalación de radiofonía que pueda enlazar con un puesto permanente de escucha debidamente comunicado.

7.2.2 Conexiones telefónicas entre estaciones.—Las estaciones de las instalaciones de transporte por cable estarán unidas entre sí telefónicamente con circuitos independientes de los de comunicación entre cabinas y estaciones, si esta comunicación existe. Para los casos en que se produzca alguna avería en la línea telefónica, estará previsto otro sistema de comunicación que pueda ponerse en servicio con la suficiente rapidez.

7.2.3 En teleféricos bicables.—En los teleféricos bicables deberá existir unión telefónica entre los vehículos y la estación motriz.

Esta prescripción podrá dispensarse en líneas de corta longitud totalmente visibles desde el puesto de mando y, en este caso, el Reglamento de Explotación habrá de prever la suspensión del servicio en casos de mala visibilidad como consecuencia de condiciones meteorológicas adversas.

En caso de transmisión inductiva de palabras o señales, la seguridad de las comunicaciones no podrá quedar comprometida por circunstancias externas. Las informaciones que representen la conformidad a iniciar o reanudar un viaje se transmitirán por el sistema de llamada activa y deberán desaparecer en cuanto deje de cumplirse alguna condición necesaria que afecte a la seguridad del servicio.

7.2.4 Excepciones.—En aquellos casos en que no sea obligatoria la conexión entre las unidades y la estación motriz deberá existir la posibilidad de informar a los viajeros si se producen determinadas circunstancias especiales, principalmente, en caso de perturbación en la explotación de la instalación, utilizando para ello unos medios proporcionados a la importancia de la misma, tales como altavoces instalados en los soportes de línea, etcétera.

7.2.5 Condiciones de las conexiones.—Será de aplicación para las comunicaciones lo previsto en el primer párrafo del punto 7.1.1 en relación con los dispositivos de seguridad.

TÍTULO VIII

Explotación

8.1 Personal

8.1.1 Responsable Técnico y Encargado de Explotación.—Las empresas concesionarias de instalaciones de teleféricos y funiculares para transporte de viajeros deberán disponer de un Responsable Técnico con conocimientos, titulación y experiencia suficientes y acordes con el número y tipología de las instalaciones a su cargo.

Así mismo, dependiendo del Responsable Técnico, habrá un Encargado de Explotación, responsable directo del conjunto de las instalaciones, y un suplente del mismo, designados por las empresas concesionarias, que estarán en posesión de los conocimientos que garanticen su adecuación a la función a desempeñar y de los que, en cada momento, exija la normativa en vigor.

La figura del Encargado de Explotación podrá no ser obligatoria en lugares con un reducido número de instalaciones, permitiéndose en ese supuesto, previa autorización de la Administración, agregar sus atribuciones y cometidos a las del Conductor Encargado de una de las instalaciones.

8.1.2 Conductores Encargados y personal de explotación en general:

1. Como responsable de cada instalación se designará un Conductor Encargado del funcionamiento de la misma y de la seguridad del servicio y un auxiliar o suplente que podrá reemplazarle, recayendo en cada caso y sobre cada uno de ellos las responsabilidades correspondientes a la explotación.

2. En cualquier caso, tanto el Conductor titular de una instalación como el suplente deberán conocer perfectamente el funcionamiento de la misma y su Reglamento de Explotación.

Entre sus obligaciones se incluyen las de instruir a los agentes a su cargo, mantener y hacer mantener el debido comportamiento de dicho personal con los usuarios, así como vigilar la correcta utilización de la instalación por estos últimos.

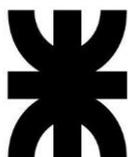
Deberá asegurarse de la realización de los controles periódicos previstos, de las pruebas y trabajos de revisión y entretenimiento, de la conservación del material a su cargo, de que se ha llevado a cabo la reparación de las averías o deficiencias previamente a la puesta en marcha de la instalación, de cumplimentar los libros y documentos reglamentarios o de facilitar los datos a quien se designe para estos fines, así como de comunicar de inmediato al Encargado de Explotación cuantos accidentes e incidentes se produzcan.

3. El Conductor Encargado de la instalación deberá permanecer en las inmediaciones de la misma mientras ésta preste servicio. Si por cualquier circunstancia el Conductor titular o su suplente no pudieran estar presentes, el Encargado de Explotación designará al Conductor que deba sustituirle. En ningún momento y bajo concepto alguno podrá funcionar una instalación sin la presencia de un Conductor Encargado.

4. El personal de las instalaciones que, por razón de sus competencias, vaya a relacionarse con el público deberá estar adecuadamente formado para desempeñar tal cometido. Mientras esté de servicio irá uniformado u ostentará un distintivo que lo identifique como personal de la empresa concesionaria de la explotación.

5. Las empresas concesionarias estarán en condiciones de disponer en caso de necesidad de personal





suficiente y adiestrado para llevar a cabo las operaciones de evacuación de viajeros de cualquiera de sus instalaciones, por lo que deberán organizarse periódicamente cursos de formación y simulacros de evacuación.

8.1.3 Cualificación y nombramiento.—La designación, efectuada por las empresas concesionarias, de las personas que hayan de actuar en calidad de Responsable Técnico, Encargado de Explotación y Conductores Encargados de Explotación de las instalaciones, deberá recaer necesariamente en personas con los conocimientos y cualificación precisos para garantizar sus funciones y deberán ostentar poderes suficientes para su desempeño. Sus nombramientos habrán de ser notificados a la Administración competente, la cual podrá no aceptarlos, así como proponer su cese por motivos justificados.

8.2 Reglamento de Explotación

8.2.1 Prescripciones sobre el funcionamiento y la explotación.—El Reglamento de Explotación fijará las condiciones o prescripciones a las que habrán de ajustarse el funcionamiento y la explotación de la instalación, así como las normas de mantenimiento necesarias en relación con la seguridad, de acuerdo con la reglamentación en vigor y las instrucciones facilitadas por el fabricante.

Deberá describir claramente, y como mínimo, los siguientes aspectos:

- a) Funciones, tareas y responsabilidades del personal.
- b) Controles técnicos periódicos y medidas previas a la puesta en funcionamiento.
- c) Datos del proyecto y otras prescripciones y circunstancias técnicas fundamentales relacionadas con la explotación de la instalación.
- d) Instrucciones para la evacuación de pasajeros. En todos los casos existirá un «Plan de Evacuación» como anejo al Reglamento de Explotación.
- e) Comportamiento que deberá observar el personal en el caso de una parada imprevista de la instalación, bien sea parada de urgencia o parada provocada por uno cualquiera de los dispositivos de seguridad. Forma de proceder para eliminar las causas de la parada y para volver a poner la instalación en servicio después de haberse cerciorado de que las condiciones de seguridad están garantizadas.
- f) Manera de proceder cuando el circuito de seguridad está fuera de servicio y no sea posible repararlo en un tiempo razonable. En este caso, con el fin de transportar a la estación que proceda a los viajeros que se encuentren en la línea y eventualmente en alguna estación, se autorizará el funcionamiento de la instalación, según criterio del Encargado de la Explotación, a condición de que exista al menos un dispositivo de comunicación que esté en condiciones de servicio.
- g) Comportamiento a seguir en el caso de avería en las instalaciones mecánicas, en los cables, en los vehículos, etc.
- h) Obligación de interrumpir el servicio cuando la velocidad del viento sea superior al valor máximo admisible o cuando las condiciones atmosféricas comprometan la seguridad del servicio o de los usuarios.
- i) Medidas a tomar en los casos en los que el servicio deba ser efectuado en condiciones de insuficiente visibilidad.
- j) Medidas a tomar en caso de servicio nocturno.
- k) Acciones a tomar para eliminar el hielo y la nieve que esté depositada en los cables o en las instalaciones mecánicas.

l) Formalidades a que debe ajustarse el relevo de Conductores a fin de garantizar la transmisión de las consignas e instrucciones oportunas.

8.2.2 Seguridad en el servicio.—Las instrucciones o consignas relacionadas con la seguridad del servicio se darán por escrito a todo el personal que deba conocerlas.

8.2.3 Disponibilidad del Reglamento y de los manuales.—Un ejemplar del Reglamento de Explotación deberá ponerse a disposición de todos los agentes que presten servicio en cada instalación. El Encargado de Explotación, además, deberá disponer de todos los documentos técnicos y manuales de las instalaciones que le puedan ser necesarios para el mejor desempeño de su función.

8.3 Controles de seguridad durante la explotación

8.3.1 Generalidades.—Tanto la instalación propiamente dicha como los elementos accesorios se conservarán en perfecto estado de limpieza para facilitar su vigilancia y, en consecuencia, garantizar la seguridad del servicio.

8.3.2 Revisiones de las instalaciones.—1. Diarias: Diariamente y antes de iniciarse el servicio al público, el Conductor Encargado, o el agente por él designado bajo su supervisión, hará un recorrido en la propia instalación para asegurarse de que su funcionamiento es normal, y muy especialmente del correcto estado de línea, frenos, dispositivo de tensión, comunicaciones y mecanismos de seguridad.

Asimismo, cuando las áreas de embarque y desembarque y sus accesos y salidas se vean afectadas por la nieve, deberá comprobarse que se cumplen las condiciones mínimas de seguridad en relación con los usuarios de la instalación y, en caso contrario, adoptar las medidas precisas para que se cumplan.

Cuando se hayan producido fenómenos meteorológicos particularmente intensos, como heladas, vientos fuertes, tormentas, etc., estando la instalación fuera de servicio y exista la posibilidad de que haya resultado dañada, el recorrido previo antes citado deberá estar precedido de una inspección completa y detallada de la línea. Se procederá de la misma forma después de toda interrupción motivada por un accidente que, por su naturaleza, hubiera podido afectar a la instalación.

2. Semanales o mensuales: Además de las revisiones diarias señaladas en el punto anterior, deberán realizarse, con periodicidad semanal y mensual, una de carácter similar pero más detallada y otras complementarias, debiendo venir todas ellas especificadas en el Reglamento de Explotación.

3. Anuales: Al menos una vez al año se efectuará un reconocimiento de la instalación del que se levantará el informe o acta correspondiente que será entregada a la Administración. El concesionario, después de escuchar al Encargado de Explotación, podrá asesorarse por un técnico o por un organismo especializado reconocido por la autoridad inspectora, la cual, en todo caso, si lo estima conveniente, podrá declarar obligatorio dicho asesoramiento. Deberá comunicarse previamente a la autoridad inspectora la fecha en la que se efectuará la revisión general, dando cuenta de las líneas generales del programa de trabajos cuando se aparten del mantenimiento habitual, por si considera oportuno asistir. En todo caso se levantará un acta que recoja el detalle de los trabajos realizados y de las pruebas efectuadas.

4. Generales: Con la periodicidad que se establezca de acuerdo con la inspección, en relación con el tipo de instalación de que se trate, se realizará una revisión





general más completa, retirándose en lo posible los cables de sus apoyos y procediendo a desmontar los elementos que no queden a la vista para su examen, cuando convenga, mediante métodos no destructivos.

Este tipo de revisiones generales, así como cualquier reparación de elementos que jueguen un papel esencial en la seguridad de la instalación, se realizarán bajo la dirección del Responsable Técnico, en presencia del Encargado de Explotación y con conocimiento previo de la autoridad inspectora.

Los mismos requisitos exigirá cualquier modificación o sustitución de cualquier elemento importante de la instalación.

Durante un período prudencial después de uno de los casos mencionados, se mantendrá vigilancia especial, empleando, si fuese necesario, agentes suplementarios.

8.3.3 Revisiones y mantenimiento de los cables.—Siendo los cables uno de los elementos esenciales en la seguridad de las instalaciones que están sometidos al trabajo más intenso, deberá extremarse su cuidado y vigilancia de acuerdo con las siguientes normas y recomendaciones:

a) Una vez al mes, con la instalación funcionando a baja velocidad o parada, se examinarán visualmente los puntos singulares del cable y sus intermediaciones, tales como salida de terminales, tramos sobre los apoyos y poleas, etc., así como las zonas deterioradas, que presenten rotura de hilos o defectos aparentes, con objeto de controlar la evolución de las roturas de hilos, corrosión, desgaste, defectos en los cordones y en el cableado, etcétera.

b) Se examinará visualmente el cable en toda su longitud a velocidad reducida o con instalación parada, con la siguiente periodicidad:

Cables carriles: Cada seis meses.

Cables de transporte, tractores, de tensión, etc.: Cada cuatro meses.

Estos plazos podrán ser aumentados por necesidades de la explotación hasta un máximo de diez y seis meses de servicio continuado, respectivamente, en aquellos cables que se hayan comportado normalmente desde su montaje, salvo indicación en contra de la Inspección.

c) Se procurará que la persona que revise el cable sea siempre la misma y, en cualquier caso, de reconocida meticulosidad para el desempeño de este cometido.

d) Se controlará el interior del cable mediante el método magnetográfico o mediante otra técnica reconocida de examen no destructivo, en los momentos que a continuación se señalan:

Cables carriles: Antes de la puesta en servicio, al finalizar el primer año de su vida y, posteriormente, cada cinco años, es decir, al finalizar el quinto, décimo, decimoquinto, vigésimo, etc. En las zonas de apoyo se examinarán con la mitad de la bobina.

Cables tractores, porta-tractores y de tensión: Antes de la puesta en servicio, al finalizar el primero, quinto, séptimo y noveno año de su vida y, posteriormente, cada año.

La periodicidad antes señalada podrá ser variada por la administración competente.

e) Si se comprueba que la degradación del cable es excesivamente rápida, deberá aumentarse la frecuencia de los exámenes mencionados en el apartado a) para no sobrepasar los límites señalados en el punto siguiente en relación con la sustitución de los cables.

El mismo criterio se aplicará para los exámenes citados en los apartados b) y d).

f) Los cables carriles se desplazarán convenientemente en sentido longitudinal a la vista del desgaste observado en las zonas de apoyo y en otros tramos castigados del cable.

g) Los terminales del cable tractor deberán rehacerse al menos cada cinco años.

h) Los cables serán engrasados según instrucciones del fabricante, utilizando grasas que no puedan ejercer acción corrosiva sobre los alambres, deteriorar la garnición de las poleas, ni reducir excesivamente el coeficiente de rozamiento del cable.

i) En cada una de las instalaciones existirá un Libro de Cables, diligenciado por la Inspección, en el que deberán anotarse cuantas incidencias se refieran a los cables de los que consta la misma, el cual deberá mantenerse al día y estar, en cualquier momento, a disposición de la Administración competente.

8.3.4 Sustitución de los cables.—Deberá sustituirse un cable cuando la reducción de su sección, medida en una longitud de referencia, en relación con la sección resistente del cable nuevo, haya sobrepasado los porcentajes recogidos en el cuadro adjunto. La reducción de sección sobre la longitud considerada se obtendrá sumando las siguientes cantidades:

La sección de los hilos rotos (un hilo que presente varias roturas en la longitud de referencia sólo se contará una vez).

La disminución de sección correspondiente al desgaste y a la corrosión (deberá contarse por cada hilo la disminución máxima que presente dentro de la longitud de referencia).

La reducción de sección correspondiente a los aflojamientos de hilos y de cordones, a la modificación de la estructura del acero y a otros daños que, al no poderse medir exactamente, han de ser valorados por estimación. Los alambres fuertemente dañados se considerarán como rotos.

Las longitudes de referencia que figuran en el siguiente cuadro vienen expresadas en función de las magnitudes que a continuación se señalan:

Cables cerrados o semicerrados: Diámetro del cable (d), paso de los hilos exteriores del cable (P_{fc}).

Cables de cordones (incluidos los de alma metálica): Diámetros del cable (d), paso de los hilos exteriores del cable (P_{ft}).

Para la determinación de los valores del cuadro se han tomado como base los pasos de los hilos en los cables (P_{fc}), o en los cordones (P_{ft}), o los pasos de los cordones en los cables (P_{tc}), cuyos valores normales en relación con el diámetro del cable son:

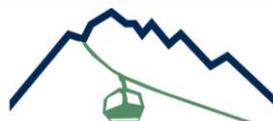
Cables cerrados: $P_{fc} = 9d$.

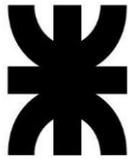
Cables de cordones en espiral: $P_{ft} = 2d$; $P_{tc} = 8d$.

Cables de cordones: $P_{ft} = 2d$ a $3d$; $P_{tc} = 7d$.

Los porcentajes de reducción que figuran en el cuadro para cables de movimientos y cables de tensión corresponden al cableado «Lang»; en el caso de cableado cruzado los valores porcentuales correspondientes se calcularán multiplicando los de la tabla por el coeficiente 1,5.

Los valores normales se aplicarán para desgastes producidos en condiciones normales de la explotación y que reflejan el estado general del cable. Los valores «normales localizados» se tomarán cuando se haya producido un desgaste por causas normales, en una pequeña longitud. Los valores especiales corresponden a un desgaste anormal, en general accidental, en muy corta longitud y especialmente en cables con movimiento.





Tipos de cables	Valor nominal				Valor especial				Valor de Excepción			Observaciones
	Porcentaje	Longitud			Porcentaje	Longitud			Porcentaje	Longitud		
		d	P _{1c}	P _{1t}		d	P _{1c}	P _{1t}		d	P _{1t}	
Cables carril	10	—	20	—	5	—	3	—	—	—	—	(1)
Cables cerrados o semicerrados	—	180	—	—	—	30	—	—	—	—	—	—
Cables de cordones en espiral (Hércules)	20	—	—	90	10	—	—	10	—	—	—	(2)
	—	190	—	—	—	20	—	—	—	—	—	—
Cables de cordones en movimiento.	25	500	—	165	10	40	—	13	6	6	6	(3)
Cables de cordones en tensión	—	—	—	—	8	40	—	13	4	6	2	(3)(4)

Notas aclaratorias:

- (1) Las roturas de hilos inmediatos, cuando son de forma, no podrán admitirse más que en el caso de que la distancia entre dichas roturas sea superior a 18 d o 2P_{1t}.
- (2) En un cordón y sobre una longitud de 4 d (2P_{1t}), la reducción de la sección del mismo no podrá superar el 35 por 100.
- (3) En un cordón y en una longitud de 6 d (2P_{1t}), la reducción de la sección del mismo no podrá superar el 35 por 100.
- (4) Si el coeficiente de seguridad del cable es superior al valor mínimo establecido en el punto 3.3.1, los porcentajes podrán aumentarse, siempre que se respeten las indicaciones del cuadro 3.4.2.

8.3.5 Revisiones de las pinzas.—Las pinzas, tanto fijas como desembragables, se desmontarán periódicamente para comprobar que su desgaste, cursa libre, etc., están dentro de lo admisible y constatar con métodos o medios adecuados la ausencia de fisuras.

Este desmontaje periódico podrá hacerse coincidir con el examen magnetográfico del cable.

La resistencia al deslizamiento de la totalidad de las pinzas se comprobará de modo directo como mínimo una vez al año, lo que podrá realizarse en forma rotatoria, de manera que al final del periodo anual se hayan revisado todas ellas.

Las pinzas fijas se desplazarán cada doscientas horas de servicio en instalaciones de corta longitud y cada doscientas cincuenta en las largas, evitando colocar alguna de ellas sobre un empalme del cable. A juicio de la Inspección podrá admitirse un incremento de hasta un 100 por 100 del número de horas señalado, en aquellos casos en que las características constructivas de las pinzas garanticen una presión no excesiva y suficiente, incluso con una reducción del 3 por 100 en el diámetro del cable, sin reglaje de las mismas.

El apriete se efectuará en cualquier caso utilizando dispositivos que permitan el control de la fuerza aplicada. Se comprobará al día siguiente y, a partir de ese momento, cada cien horas de servicio.

8.3.6 Elementos esenciales en la seguridad de la instalación.—No podrá introducirse modificación alguna que represente variación del proyecto original o que afecte a la seguridad del servicio sin previo conocimiento y autorización de la Inspección.

En cualquier caso, la reparación, modificación o sustitución de elementos que jueguen un papel esencial en la seguridad de la instalación, exigirá asimismo los requisitos señalados en el último párrafo del punto 4 del punto 8.3.2 y, con posterioridad, deberá mantenerse una vigilancia especial durante un período prudencial, empleando, si fuese necesario, un mayor número de agentes.

8.3.7 Normas de funcionamiento de las instalaciones.—1. El servicio habrá de ser suspendido o interrumpido ante cualquier circunstancia meteorológica que, a juicio del Conductor Encargado o del Encargado de Explotación, disminuya la seguridad de la instalación y, muy especialmente, en condiciones de viento fuerte o racheado, cuando exista manifiesta amenaza de tormenta o tempestad, o falta de visibilidad.

Podrá ser también motivo de suspensión del servicio la formación de manguitos de hielo en los cables o mecanismos de la instalación.

2. En caso de servicio nocturno habitual será necesario adoptar medidas especiales, tales como iluminación suficiente, señalización adecuada, etc.

En todo caso, no podrá prestarse servicio nocturno, ni siquiera eventualmente, si no quedan aseguradas unas condiciones mínimas de visibilidad.

3. En caso de observarse resistencia anormal en la línea o cualquier otra anomalía (ruidos, oscilaciones del cable, etc.), que no hayan producido la parada automática de la instalación al actuar la línea de seguridad, el Conductor Encargado detendrá de inmediato la instalación.

4. Después de toda parada imprevista de la instalación, bien por actuar los dispositivos de seguridad, bien por acción directa del Conductor Encargado, éste se abstendrá de ponerla de nuevo en marcha sin asegurarse de que está corregida la anomalía que dio lugar a la parada, tras las comprobaciones y revisiones pertinentes.

Si hubiera de ausentarse del puesto de mando con motivo de la avería deberá asegurarse que nadie, en su ausencia, pueda poner en marcha la instalación.

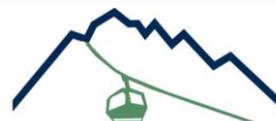
5. Queda totalmente prohibido el funcionamiento de una instalación con la línea de seguridad fuera de servicio, salvo para conducir a los viajeros a una de las estaciones en caso de avería, previa autorización expresa del Encargado de Explotación.

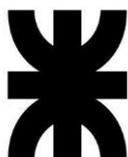
6. Si el tipo de avería permite el uso del motor de reserva, se pondrá en marcha el mismo, si es necesario, para llevar a los viajeros suspendidos a la estación más idónea o para servicio de auxilio, exclusivamente.

Los viajeros deberán ser informados del tiempo que, previsiblemente, va a durar la interrupción del servicio.

En caso de una avería prolongada, sin que puedan evacuarse los viajeros con la propia instalación, habrá de procederse al rescate de los mismos de acuerdo con lo establecido en el punto 2.12 del presente pliego.

8.3.8 Requisitos para la puesta en servicio de una instalación.—La puesta en servicio de una instalación después de un largo período de interrupción del mismo, de una revisión general, de un cambio de cable o de averías y accidentes importantes, exigirá un rodaje previo de cien horas en las condiciones que establezca el Reglamento de Explotación de la instalación, pruebas completas en vacío y en carga, y la comprobación de todos los elementos que afectan a la seguridad del servicio, motor de socorro, frenos de servicio y de emergencia, funcionamiento correcto de la línea de seguridad, etc.





Se levantará un acta de los trabajos y pruebas efectuadas, firmada por el Responsable Técnico, a la que se añadirán, como anexos, todos los certificados y documentos de interés en relación con la instalación.

8.3.9 Libro de Explotación.—Todas las incidencias, reconocimientos, pruebas, etc., así como la duración del servicio y el número de viajeros, se anotarán en el Libro de Explotación, visado por la Inspección, que reflejará fielmente, en base a los partes del Conductor Encargado de cada instalación y bajo la responsabilidad del Encargado de Explotación, la marcha diaria de la misma. Las anotaciones referentes a los cables se harán por separado de las correspondientes al resto de la instalación, en un Libro de Cables tal, como se establece en el punto 8.2.3.

8.4 Relaciones con la Administración y los usuarios

8.4.1 Comunicación de accidentes.—Los accidentes serán objeto de un informe escrito que el concesionario deberá enviar urgentemente a la autoridad inspectora, sin perjuicio de la obligación de informar de inmediato por telégrafo, teléfono, télex, fax, etc., en caso de accidentes graves. Lo mismo se hará en caso de incidencias o averías importantes.

8.4.2 Información al público.—La empresa concesionaria dará a conocer al público, mediante avisos megafónicos o por escrito, carteles y señalización adecuada, todas aquellas consignas de explotación y disposiciones que afecten a los usuarios de las instalaciones o a terceras personas.

Entre los mismos deberá figurar expresamente información sobre precios y horarios, y aviso de que existe un Libro de Reclamaciones a disposición del público en lugar concreto, así como un ejemplar del Reglamento de Explotación.

8.4.3 Normas relativas al uso de las instalaciones.—1. Los viajeros deberán atenerse a los avisos indicados y seguir las instrucciones u órdenes del personal, sobre todo en caso de peligro o emergencia.

2. Estará prohibido:

1. Provocar el balanceo de los vehículos.
2. Acceder a la instalación cuando, por causa justificada, no lo autorice el personal de servicio.
3. Montar en los vehículos fuera de los lugares previstos a esos efectos.
4. Abandonar los vehículos sin seguir las instrucciones del personal de servicio, en caso de paro imprevisto.
5. Transportar, simultáneamente con viajeros, enseres o equipajes excesivamente voluminosos, así como materias molestas, peligrosas o inflamables.
6. Fumar en los vehículos.

3. La admisión de viajeros provistos de aparatos deportivos especiales queda supeditada a la autorización de la empresa concesionaria, que, en cada caso particular y a la vista de las condiciones de carga admisible, perfil, gálibo, etc., de la instalación, podrá establecer las limitaciones y medidas complementarias convenientes. No obstante, en cualquier caso, se estará a lo dispuesto por la Autoridad Inspectora.

4. Podrá prohibirse la utilización de una instalación a los viajeros que no respeten las consignas del personal de servicio o que por su estado o comportamiento comprometan la seguridad o el orden, sin perjuicio de las responsabilidades administrativas en que hayan podido incurrir.

5. Todos los viajeros deberán ser portadores del billete, abono o título de transporte correspondiente.

6. La comprobación de que los viajeros son portadores del título de transporte se verificará, en general, fuera del recorrido, salvo que las condiciones de los vehículos lo permitan. La carencia del mismo será sancionada conforme establezca el Reglamento de Explotación de cada instalación.

7. Cada viajero podrá transportar gratuitamente consigo efectos personales, según determine el Reglamento de Explotación de la instalación.

8. Si durante el funcionamiento de la estación, por motivos de seguridad, la empresa explotadora se ve obligada a cerrar instalaciones al servicio público, ello no obligará necesariamente a la devolución del importe que corresponda.

8.4.4 Admisión de viajeros y preferencias en el uso de las instalaciones.—1. El usuario deberá conocer previamente las condiciones particulares y normas de utilización de cada instalación y, de acuerdo con ellas, apreciará su propia aptitud para la utilización de las mismas.

2. No se admitirá que un vehículo transporte un número de viajeros que supere su capacidad máxima.

3. Se impedirá el acceso a las instalaciones de personas embriagadas, drogadas o en otras condiciones que puedan ir en detrimento de su propia seguridad o de la del servicio, así como causar molestias a los demás usuarios.

4. La utilización de instalaciones por niños que no vayan acompañados de algún adulto estará condicionada por la edad y aptitudes de éstos y las características de la instalación.

5. El personal de servicio tendrá preferencia en la utilización de las instalaciones, debiendo acreditar su condición.

Gozarán, asimismo, de esa preferencia aquellas personas que, no siendo empleados directos de la empresa concesionaria, realicen en esos momentos actos de servicio de socorro, de vigilancia, de interés público general o relacionados con la seguridad y el buen funcionamiento de las instalaciones.

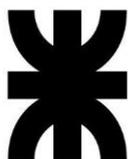
6. Se tendrán en cuenta las disposiciones que la normativa de las distintas Comunidades Autónomas, respecto de la supresión de barreras arquitectónicas, determine como aplicables a estas instalaciones y servicios.

8.4.5 Libro de Reclamaciones.—Se hará saber a cualquier persona que efectúe una queja que existe un Libro Oficial de Reclamaciones a su disposición, informándola del lugar en que se encuentra y facilitándole para que pueda formular la reclamación correspondiente, siendo imprescindible la presentación del DNI y hacer constar el domicilio del reclamante, datos que deberán quedar reflejados en la anotación, así como la fecha y hora en que se realiza. De toda reclamación consignada en el libro, la empresa remitirá copia a la Inspección, acompañada de un informe del Encargado de Explotación o del Responsable Técnico cuando afecte a sus competencias, en un plazo de diez días contados a partir del siguiente al de la fecha de reclamación.

8.4.6 Responsabilidades de los usuarios.—1. Tal como se establece en el número 4 del punto 8.4.3 del presente pliego, el incumplimiento por parte de los usuarios de las normas legalmente aprobadas y la actuación imprudente o irrespetuosa hacia el personal de la empresa concesionaria o hacia otros usuarios, independientemente de las sanciones administrativas y otras responsabilidades que de los hechos pudieran derivarse, faculta al personal para proceder a la inmediata retirada de abonos o billetes y a prohibir la utilización de las instalaciones como medida de seguridad.

Contra las decisiones del personal de servicio, los viajeros podrán reclamar a la Dirección de la empresa explotadora.





2. Los viajeros serán informados por avisos expuestos al público de los riesgos y las coberturas que ampara el seguro obligatorio de viajeros, así como cualquier otro seguro de responsabilidad civil que la empresa concesionaria esté obligada a concertar.

Excepciones

De un modo general y a reserva de lo que se dispone en el presente pliego para cada aspecto de la instalación en particular, el peticionario de una nueva instalación podrá solicitar que se le admita, por excepción, rebasar alguno de los límites establecidos, siempre que pueda demostrar de manera irrefutable, a juicio de la Inspección, que la construcción propuesta ofrece, en el aspecto de que se trata, al menos el mismo grado de seguridad que daría el cumplimiento estricto de los límites del pliego.

La excepción puede estar justificada por las siguientes circunstancias:

Cuando se supere un límite en un pequeño porcentaje.

Si existe experiencia positiva en instalaciones o elementos análogos en países extranjeros.

Si, por cálculo o consideraciones teóricas, se demuestra de modo claro que no hay aumento del riesgo.

Cuando pueda contarse con experiencia en nuestro propio país, o en cualquier otro de la UE, realizada bajo vigilancia especial y durante un tiempo limitado, transcurrido el cual se puede formar juicio sobre el resultado.

La Inspección estudiará el caso y, si procede, propondrá que se acepte la solicitud con las medidas que juzgue oportunas.

En el caso de que una determinada norma se rebase con cierta frecuencia sin que se presenten inconvenientes, la Inspección deberá proponer, por el conducto adecuado y previos los trámites necesarios, que sea abolida o modificada.

30 de noviembre, y el de Policía de Espectáculos Públicos y Actividades Recreativas, aprobado por Real Decreto 2816/1982, de 27 de agosto.

Pero este último ha sido considerado por el Tribunal Supremo carente de cobertura legal suficiente, a partir del artículo 25.1 de la Constitución, en cuanto a la posibilidad de imposición de sanciones por infracción al horario de cierre de espectáculos (consideración que habría aplicar al Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas).

Ello acarrea un auténtico impedimento a la hora de que los Cabildos insulares [actuales titulares de la competencia de policía de espectáculos públicos en virtud de las competencias que le han sido transferidas por la disposición adicional primera, letras n) y o) de la Ley 14/1990, de 26 de julio, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas de Canarias] puedan ejercer sus potestades de policía y sancionatoria en esa materia. Lo mismo podría decirse de los Ayuntamientos en cuanto al ejercicio de esas potestades sobre las actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas.

A esto se añade que ambos reglamentos han devenido obsoletos en aspectos relativos a competencias, procedimientos, actos presuntos, régimen de recursos, etc. y se muestran en gran medida inadecuados a la situación actual orgánica resultado de la distribución de competencias en nuestra Comunidad Autónoma.

Por todo ello se hace necesario abordar una nueva regulación, con rango legal, de tales materias, y es conveniente hacerlo en un mismo cuerpo legal teniendo en cuenta que no existen hoy diferencias cualitativas entre la licencia de apertura de establecimientos sometidos al Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas y la autorización de espectáculos públicos, al haber quedado superada la función de «tutela de moralidad» que subyacía en el Reglamento de Policía de Espectáculos Públicos; resultando que la autorización de éstos tiene idéntica finalidad que la licencia de apertura: prevenir los riesgos para la seguridad y salubridad e introducir medidas correctoras de molestias y daños.

Por tanto, se hace preciso también unificar la competencia para el otorgamiento de las licencias y autorizaciones atribuyendo ambas a los Ayuntamientos por entender que existe el interés preponderantemente municipal (cumpliendo así el artículo 2.º de la Ley reguladora de las Bases de Régimen Local), así como también los procedimientos para ello, con pequeñas variantes derivadas de la mayor celeridad con que deben despacharse las autorizaciones para la celebración de espectáculos públicos. Los Cabildos insulares siguen conservando como propias las competencias de calificación de las actividades y se reservan las funciones supra-municipales de autorización de espectáculos, coordinación, cooperación, inspección y control y subrogación de las que se asignan a los Ayuntamientos.

Además se considera conveniente, por razones de oportunidad, conveniencia y economía legislativa, dar rango de ley formal a materias tales como la calificación de actividades, las distancias, las clasificaciones, las medidas correctoras, los horarios concretos y especiales de cierre, etc., para dar cobertura legal a todos esos aspectos que hasta hoy venían siendo regulados sólo a través de reglamentos.

Para proceder a esa regulación, la Comunidad Autónoma de Canarias posee competencias legislativas basadas en los artículos 30.20 (espectáculos públicos); 31.2; 32.6; 32.9 y 32.12 del Estatuto de Autonomía de Canarias (títulos habilitantes conexos que inciden en la materia de actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas, a falta de uno específico de este tenor); así como en los artículos 45, 148.1.2.ª; 148.1.9.ª y 148.1.19.ª de la Constitución (de competencia exclusiva autonómica).

COMUNIDAD AUTÓNOMA DE CANARIAS

2237 LEY 1/1998, de 8 de enero, de Régimen Jurídico de los Espectáculos Públicos y Actividades Clasificadas.

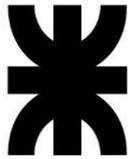
Sea notorio a todos los ciudadanos que el Parlamento de Canarias ha aprobado y yo, en nombre del Rey y de acuerdo con lo que establece el artículo 12.8 del Estatuto de Autonomía, promulgo y ordeno la publicación de la siguiente Ley:

EXPOSICIÓN DE MOTIVOS

1

Hasta el momento, tanto la materia relativa a actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas como la que atañe a policía de espectáculos públicos, ha venido rigiéndose, en el ámbito de nuestra Comunidad Autónoma, por sendas normas reglamentarias estatales: el Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas aprobado por Decreto 2414/1961, de





BIBLIOGRAFÍA

PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TECNICA PARA LA CONSTRUCCION Y EXPLOTACIÓN DE TELEFÉRICOS – Ministerios de Fomento – España 1998.

CIRSOC 301 - Reglamento argentino de estructuras de acero para edificio 2005

CIRSOC 101 - Reglamento argentino cargas permanentes y sobrecargas

CIRSOC 102- Reglamento argentino de acción de viento sobre las construcciones

CIRSOC 103 - Reglamento argentino para construcciones sismorresistentes parte I

ESTRUCTURAS METALICAS - PROYECTOS POR ESTADOS LIMITES - 7° edición Gabriel Troglia.

PRINCIPIO DE INGENIERIA DE CIMENTACIONES – 4ta Edición – Braja M. Das – Editorial Thomsom.

TESIS DE ESCUELA POLITECNICA NACIONAL – Diseño de sistema teleférico tipo turístico – Cantón San Miguel de los Bancos.

DISEÑO DE TRANSPORTE DE CARGAS POR MEDIO DE CABLES – Universidad EAFIT – Dpto de ingeniería mecánica Medellín.

COMPUTO Y PRESUPUESTO – 18 va Edición – Mario E Chandias, Enrique N Fernandez – Editorial Alsina

