

Cálculo de una instalación telesilla biplaza

Francisco Javier Romero Porras

12 de noviembre de 2019

Resumen

Este es un trabajo que nos permite ver un ejemplo de como se debe proyectar un telesilla, de modalidad biplaza, de panza fija, para turistas no esquiadores. El trabajo se incluirá en el siguiente repositorio de git: https://github.com/fjromeropo/proyecto_final

Palabras claves: proyecto, telesilla, biplaza, pizona, cable, perfil.

Índice

I	Introducción	2
II	Cálculos previos	4
III	Cálculos generales	7
1.	Hipótesis 1	7
2.	Hipótesis 2	7
3.	Hipótesis 3	7
4.	Hipótesis 4	7
IV	Detalle cálculos de la instalación	7
5.	Ramal ascendente cargado	7
6.	Ramal descendente cargado	7

Parte I

Introducción

El objetivo del artículo es ejemplificar como debe proyectarse un telesilla biplaza, de panza fija, para turistas no esquiadores, entre dos puntos distantes 550 m y con un desnivel total de 150 m. Se considerarán, además, las siguientes características para hacer el dimensionado de la instalación:

- La capacidad de la instalación será de $C = 702 \text{viajeros/hora}$
- La altura total de silla y pasajero es de 3.50 m
- Se considera que no hay nieve, pero deben tenerse en cuenta los efectos dinámicos.
- La masa de la silla es de 60 kg (biplaza), y se considera un peso de 80 kg por viajero.
- Los volantes de ambas estaciones se encuentran a 4.00 m sobre el terreno.
- El tipo de cable es de 6x36+1 Warrington - Seale
- Por razones de explotación la propiedad impone las siguientes condiciones:
 - La altura máxima de apoyos será de 12 m
 - El diámetro máximo del cable será de 32 mm
 - Se procurará que no se produzcan cambios de signo de la carga sobre los apoyos al pasar de la situación de cargado a descargado.
 - El motor y contrapeso deben disponerse en la estación inferior.
- Los cálculos generales se realizarán en cuatro hipótesis de carga:
 - a) Ramal ascendente cargado y descendente cargado.
 - b) Ramal ascendente cargado y descendente descargado.
 - c) Ramal ascendente descargado y descendente cargado.
 - d) Ramal ascendente descargado y descendente descargado.

El perfil del terreno que vamos a usar en nuestro ejemplo vendrá dado por 22 pares de puntos que nos generarán un perfil longitudinal del telesilla. Estos pares de puntos vienen dados en la siguiente tabla:

Perfil	Distancia al origen (m)	Cota (m)
0	0	0
1	25	2
2	50	10
3	75	20
4	100	30
5	125	38
6	150	45
7	175	55
8	200	65
9	225	75
10	250	85
11	275	95
12	300	103
13	325	110
14	350	108
15	375	105
16	400	98
17	425	92
18	450	90
19	475	100
20	500	115
21	525	130
22	550	150

Los cálculos detallados se realizarán solamente para la situación de ramal **ascendente cargado**, en la hipótesis b), y ramal **ascendente descargado**, en la hipótesis c). Vamos a considerar los siguientes resultados:

- 1) Distancia entre vehículos.
- 2) Tensión máxima del cable.
- 3) Masa del contrapeso.
- 4) Altura del cable sobre el suelo en los apoyos (altura del apoyo).
- 5) Comprobación de adherencia.
Y para el **ramal ascendente**, en ambas hipótesis:
- 6) Flecha de los vanos.
- 7) Comprobación de distancia al suelo.
- 8) Ángulos del cable en los extremos de los vanos y comprobación de la diferencia en situación de cargado a descargado.
- 9) Ángulo de deflexión en cada apoyo.
- 10) Resultante sobre los apoyos.
- 11) Ángulo de la resultante en cada apoyo.

Parte II

Cálculos previos

A fin de hacer transitable el terreno bajo el telesilla, se considerará una altura de resguardo mínima de 3 m para todo el proyecto, tal y como viene indicado por la normativa en vigor, [1], [2] y [3]. En las proximidades a las estaciones, sin embargo, este resguardo será imposible de alcanzar, por lo que deberá vallarse dicha zona de modo que se impida el tránsito de las personas y evitar así la ocurrencia de posibles accidentes. Este vallado deberá prolongarse el espacio que sea necesario hasta que se alcance el resguardo mínimo indicado. En los vanos correspondientes comentaremos la zona mínima a ser vallada por cuestiones de seguridad.

Así mismo, la altura de las pilonas estará comprendida entre una altura mínima de 6,5 m, con objeto de poder conseguir dicho resguardo mínimo, y una altura máxima de 12,0 m, como viene fijada en la práctica por razones de explotación. En la medida de nuestras posibilidades, intentaremos que la altura de las distintas pilas sea lo más constante posible a lo largo de todo

el recorrido, y que dicha altura esté alejada tanto de la altura mínima como de la altura máxima indicadas. Tanto en la estación superior como en la inferior la altura de la pila está fijada en 4,0 m.

La instalación tendrá una capacidad de $C = 702 \text{ viajeros/hora}$. Para proporcionar dicho caudal de viajeros, y teniendo en cuenta de que se trata de una instalación de telesillas biplaza (de dos plazas para cada silla), el intervalo de tiempo que debe transcurrir entre dos sillas consecutivas debe ser de:

$$C = \frac{3600 * n}{t} \Rightarrow t = \frac{3600 * 2}{702} = 10,26 \text{ sg} > 8 \text{ sg}$$

como vemos se superan los 8 sg que establece como mínimo la normativa vigente [1], [2] y [3] para este tipo de instalaciones.

Consideramos una velocidad de $v = 1,5 \text{ m/sg}$, máxima velocidad permitida por la normativa para telesillas de panza fija y transporte de peatones. Según esa velocidad, la separación entre vehículos será de:

$$v = \frac{d}{t} \Rightarrow d = v * t = 1,5 \text{ m/sg} * 10,26 \text{ sg} = 15,39 \text{ m}$$

La normativa [1], [2] y [3] nos permite considerar las cargas puntuales que suponen cada uno de los vehículos (con o sin pasajeros) como una carga uniformemente distribuida a lo largo del cable, de modo que las sobrecargas lineales que utilizaremos en el dimensionamiento serán:

- Peso del vehículo = 60 kp
- Peso de dos viajeros = $2 \text{ viajeros} * 80 \text{ kg/viajero} = 160 \text{ kp}$
- Peso de la silla completamente cargada = 220 kp.
- Peso de la silla descargada = 60 kp.

Así:

- Carga uniforme estando las sillas cargadas:

$$q_{cargada} = \frac{220}{15,39} = 14,3 \text{ kp/ml}$$

- Carga uniforme estando las sillas descargadas:

$$q_{descargada} = \frac{60}{15,39} = 3,9 \text{ kp/ml}$$

A partir del perfil del terreno, y según las consideraciones ya mencionadas, se estudiaron diversas alternativas tanto en la ubicación de los soportes como en la altura de los mismos. Se ha considerado una longitud máxima entre soportes de 100 m, y se ha procurado que todos los vanos, excepto uno a nuestra elección, tuvieran una longitud inferior a esos 100 m. De este modo vamos a poder controlar qué vano será el más desfavorable de modo que si conseguimos controlar la flecha en dicho vano, en principio no deberíamos tener problema alguno con las flechas resultantes en ningún otro vano, más aún teniendo en cuenta la intención inicial de que todos los soportes tuvieran la misma altura, dentro de lo posible.

Para evitar problemas a la salida de la estación inferior se eligió el vano II como vano de mayor longitud y, por tanto, como *vano de control*. Finalmente, dada a la disposición del terreno, en vano VII también se ha considerado con una longitud de 100 m. Sin embargo, tal y como se verá durante el desarrollo de este ejemplo, en este último vano las tensiones van a ser superiores a las obtenidas para el vano II, por lo que las flechas resultantes serán inferiores. Además, en el vano VII se dispone de una mayor altura sobre el terreno en el punto central del vano respecto al vano II, lo que refuerza nuestra pretensión de escoger el vano II como vano más desfavorable en términos de flecha máxima admisible, o *vano de control*.

Según estas consideraciones, la disposición final de los soportes vendrá dada en la siguiente tabla:

N ^a de pila	Cota (m)	Coordenada x de la pila (m)	Altura de la pila (m)
1	0	0	4
2	20	75	10
3	55	175	11
4	85	250	10
5	110	325	10
6	102	387,5	10
7	90	450	10
8	150	550	4

Al final del documento se adjunta una gráfica, figura 1, donde se muestra a escala tanto el perfil longitudinal del terreno como la disposición definitiva de cada una de las pilas, incluyendo la altura de las mismas.

Utilizaremos el vano más desfavorable, el indicado vano II, para determinar el tipo de cable que necesitaremos en nuestra instalación:

Parte III
Cálculos generales

- 1. Hipótesis 1**
- 2. Hipótesis 2**
- 3. Hipótesis 3**
- 4. Hipótesis 4**

Parte IV
Detalle cálculos de la instalación

- 5. Ramal ascendente cargado**
- 6. Ramal descendente cargado**

Parte V
Perfil

A continuación vemos una gráfica en papel milimetrado de como quedaría el diseño final de la instalación.

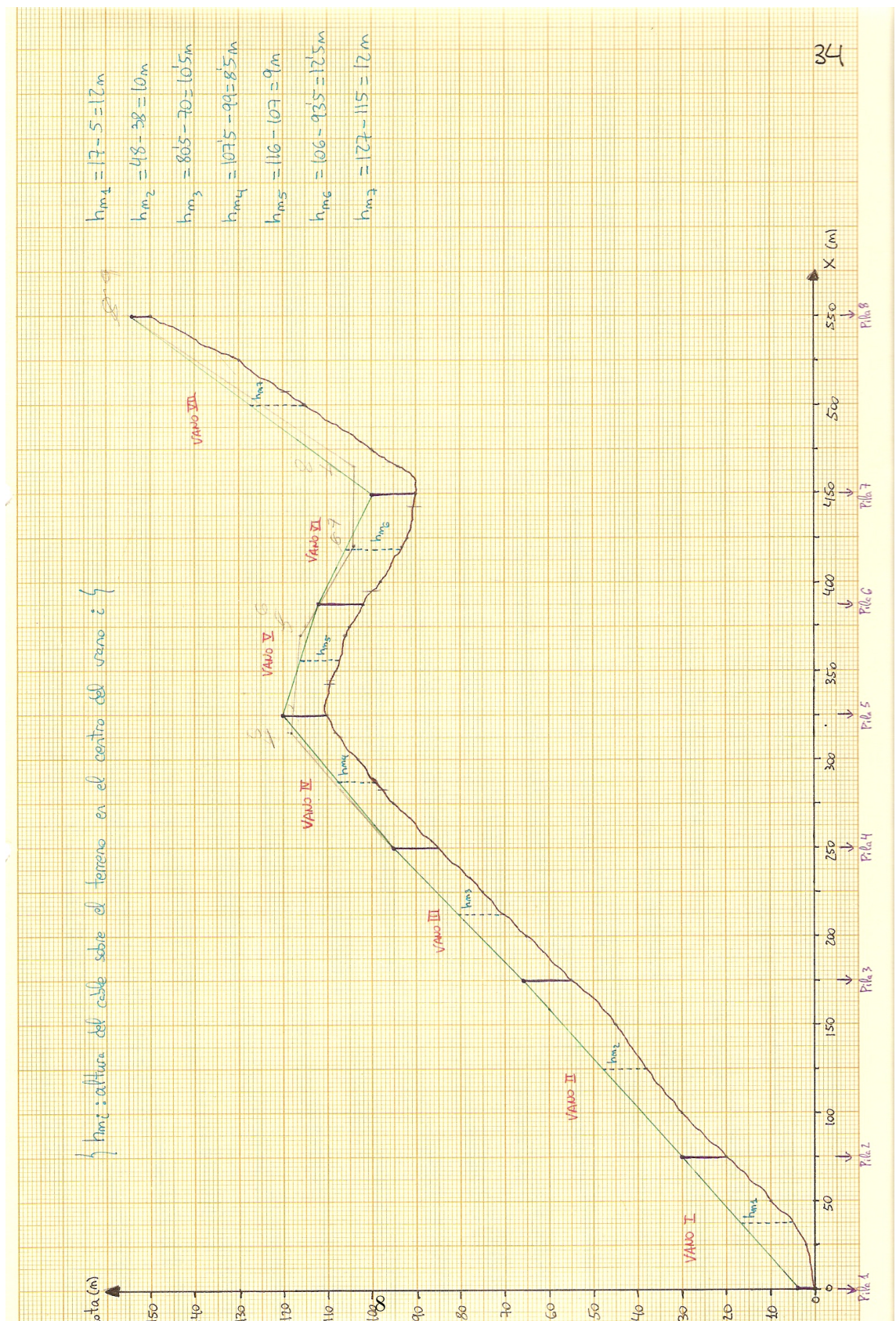


Figura 1: Perfil final de la instalación, incluyendo la ubicación y altura de cada una de las pilonas que son necesarias en nuestra instalación.

Referencias

- [1] Estado Español. Real decreto 596/2002, de 28 de junio, por el que se regulan los requisitos que deben cumplirse para la proyección, construcción, puesta en servicio y explotación de las instalaciones de transporte de personas por cable. *BOE 163 de 09/07/2002*, 2002.
- [2] Unión Europea. Reglamento (ue) 2016/424 del parlamento europeo y del consejo de 9 de marzo de 2016 relativo a las instalaciones de transporte por cable y por el que se deroga la directiva 2000/9/ce. *Diario Oficial de la Unión Europea*, 2016.
- [3] Unión Europea. Comunicación de la comisión en el marco de la aplicación del reglamento (ue) 2016/424 del parlamento europeo y del consejo relativo a las instalaciones de transporte por cable y por el que se deroga la directiva 2000/9/ce. *Diario Oficial de la Unión Europea*, 2018.