

11 Objectes estructurals

11.104 Tirolina

La Norma UNE-EN 1176-1:2018 d'abril de 2024 'Equipamiento de las áreas de juego y superficies. Parte 1: Requisitos generales de Seguridad y métodos de ensayo' dicta normes amb referència a diverses qüestions relacionades amb les tirolines i, en especial, el punt B.6 'Cálculo de las fuerzas que actúan sobre el cable de una tirolina' forma el nucli central del que es desenvolupa en aquesta aplicació. Es tracta, en conseqüència, de determinar els esforços a què es veu subjecte un cable quan es troba entregat a punts de diferent altura pels que circula una càrrega gravitatòria (fig. 11.232).

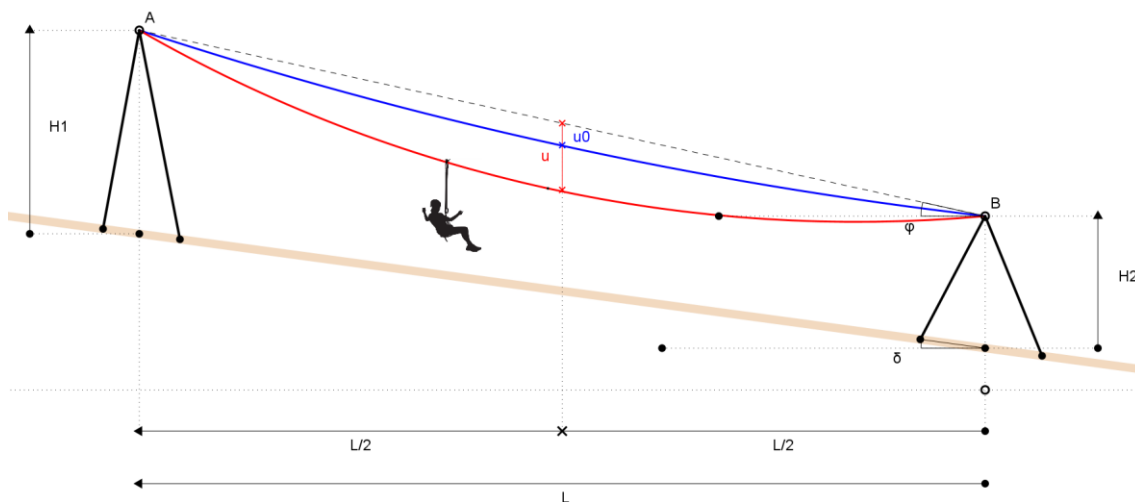


Fig. 11.232

La geometria de la tirolina queda definida amb la longitud horitzontal entre entregues L i amb l'alçada d'aquestes $H1$ i $H2$. Els angles φ de la línia A-B amb l'horitzontal i δ de d'inclinació del terreny, ajuden a conformar la geometria. Com que la tirolina no disposa de cap mecanisme de tracció, el punt A ha d'ocupar una cota superior a la B i això definirà el sentit del desplaçament de la càrrega. Aquesta queda descomposta en dos, la G_r que és la càrrega del dispositiu de desplaçament i la càrrega desplaçada G_n (que pot ser la de dos nens simultàniament desplaçats). Les dues càrregues van acompanyades dels seus coeficients de seguretat, γ_f, G_r per a la primera i γ_f, G_n per a la segona.

Les dades es complementen amb informació subministrada pel fabricant del cable. Són: A_c , secció neta, g_c el pes unitari i, finalment, el mòdul d'elasticitat E_c .

Es tenen dues situacions diferents del cable, que impliquen dues siluetes també diferents. Inicialment (i), només actua el pes propi, junt amb un pretensat que es dona en la fase de posta a punt del conjunt i, que en el punt mitja, produeix una fletxa de valor u_0 . Quan la càrrega es posa en funcionament, el cable adopta una forma dinàmica (d) amb fletxa a $L/2$ de valor u . Encara que els càlculs que es fan en els dos casos són segons la Norma UNE-EN 1176, el dibuix que apareix a la pantalla gràfica de GeoGebra, per simplificació, està compost de dos corbes en forma d'arcs circulars.

L'anàlisi està formada per les següents qüestions:

Quant el cable inicial (i) tindrem:

1. Desviació estàtica. De valor $u_0 = \delta_0 \cdot L$, sent δ_0 la desviació inicial estàtica expressada en %, que es troba en un punt lliscant i està compres entre 0 i 5, amb valor 1% com més freqüent.

2. Desviació inicial relativa. Coeficient $\alpha = 2 \cdot u_0 / L$.

3. Cable inicial. Amb el supòsit de traç circular del cable inicial es fa calculable el radi de la circumferència r_i i la seva longitud $L_{c,i}$. Amb aquestes dades es pot calcular el pes del cable P_c (i el de la seva meitat G_c).

4. La força que actua en el cable a $L/2$ (màxima) serà $T_{pr} = (G_c + G_r) / (2 \cdot \alpha)$.

Quant al cable deformat per la càrrega dinàmica (d) tindrem:

5. Es calculen els coeficients $\beta = T_{pr} / (E_c \cdot A_c)$ i $C = 4 \cdot (G_c + G_r + G_n) / (E_c \cdot A_c)$.

6. Es planteja la següent equació $p^3 + \alpha p^2 + (4 \cdot \beta - \alpha^2) \cdot p + 4 \cdot \alpha \cdot \beta - \alpha^3 - C = 0$ en la que p és un altre coeficient ¹.

7. Amb els coeficients trobats es pot calcular la força dinàmica al cable T , tal que $T = 0.5 \cdot (p^2 - \alpha^2) \cdot E_c \cdot A_c$ i la força total al cable a $L/2$ serà $T_{tot} = T_{pr} + T$. Amb aquest valor, es determinarà la tensió de càlcul a què està subjecta el cable $\sigma_{c,max} = (T_{pr} \cdot \gamma_f + G_r + T \cdot \gamma_f + G_n) / A_c$. Per determinar la idoneïtat resistent del cable, caldrà comparar amb la seva tensió de càlcul, subministrada per el fabricant.

8. Al mateix temps s'obté el radi del cable dinàmic r_d i la seva longitud $L_{c,d}$ que, comparada amb $L_{c,i}$, indicarà l'allargament del cable Δc .

¹ Es tracta d'una equació de tercer grau que es pot expressar com $ax^3 + bx^2 + cx + d = 0$ en els que a , b , c i d són els coeficients abans calculats i que es troben en les corresponents caselles del full de càlcul. GeoGebra permet calcular el valor d' x (p) amb la instrucció solver ('solucions') col·locada a la entrada de la pantalla gràfica (no a l'entrada del full de càlcul). Les solucions es donen en una llista (li) i es demana el valor que interressi (li(i)).