

Ejercicios y Problemas de Fatiga

Problema No. 1

En la Fig. 1a se muestra el esquema de un ventilador centrífugo utilizado para el tiro forzado de un horno industrial. El ventilador es accionado por un motor trifásico de 200 hp / 1800 rpm. La transmisión de potencia se realiza por poleas y correas en "V". El ventilador gira a 750 rpm y el rotor pesa 1000 lbf. La relación entre las tensiones en ambos lados de la correa puede considerarse como $F_2 \approx 3 F_1$ (ver Fig. 1a).

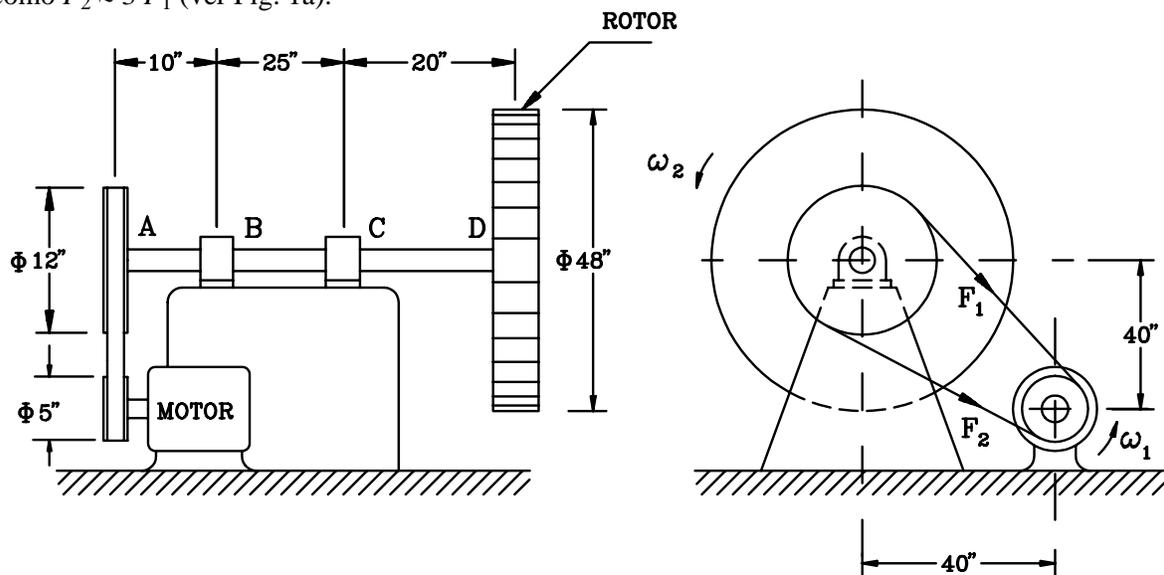


Figura 1a

En la Fig. 1b se muestra el esquema constructivo del árbol del ventilador. Todos los radios de empalme del árbol son de 0.2". Tanto el rotor como la polea están montados sobre el árbol mediante sendas chavetas ubicadas en A y D, respectivamente, mientras que el árbol está soportado sobre los dos rodamientos localizados en B y C. El árbol es de un acero AISI 1040, mecanizado, con una resistencia a la tracción de 120 ksi y un límite de fluencia de 100 ksi.

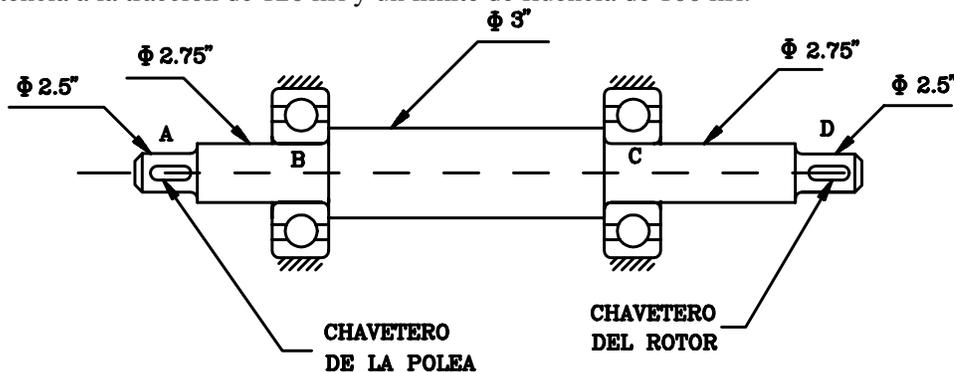


Figura 1b

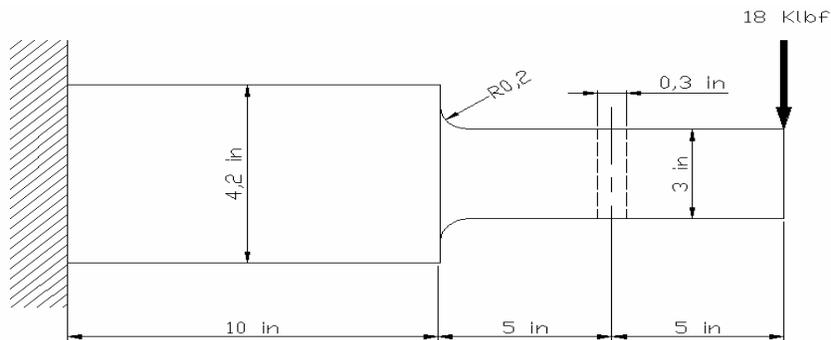
- Sin considerar la naturaleza cíclica de los esfuerzos, determine el factor de seguridad de diseño basado en la falla por fluencia utilizando la teoría de von Mises.
- Determine la vida del árbol considerando la naturaleza cíclica de los esfuerzos.
- Si el árbol no tiene vida infinita, ¿Cuáles deberían ser los diámetros del árbol para que no falle por fatiga, manteniendo aproximadamente las proporciones originales que existen entre ellos?

Resp. : a) 3.5; b) 93200 ciclos; c) $d_{BC} = 3 \frac{3}{8}$ " y $d_{AB} = d_{CD} = 3 \frac{1}{8}$ ";

Problema No. 2

Se desea estudiar la resistencia a la fatiga de la pieza de sección circular mostrada en la figura, la cual se encuentra empotrada en uno de sus extremos y está sometida a una carga alternativa de 18 klbF en el otro. Se sabe, además, que está hecha de acero con una resistencia a la tracción $S_u = 160$ ksi y fue fabricada mediante un proceso de forjado.

- Calcule la vida de la pieza.
- Determine el máximo valor que puede tomar la carga aplicada en el extremo libre de la pieza para que ésta tenga vida infinita.



Resp. : a) 1820 ciclos; b) 2.5 klbF

Problema No. 3

En la figura 3a se muestra un rodillo de laminación de 1500 mm de longitud y 300 mm de diámetro externo. El rodillo está montado sobre un árbol mediante dos chavetas B y C ubicadas en ambos extremos del rodillo, mientras que el árbol está soportado sobre dos rodamientos A y D , siendo accionado por un engranaje cilíndrico de dientes rectos. Este engranaje tiene un diámetro primitivo de 500 mm y está conectado al árbol mediante una chaveta localizada en E .

Las fuerza radial sobre el engranaje es $F_R = 1600$ kgf, mientras que la fuerza tangencial es $F_T = 4500$ kgf. La fuerza radial entre la lámina y el rodillo puede representarse por una fuerza uniformemente distribuida $q_R = 100$ kgf/cm, mientras que la fuerza de arrastre por fricción puede simularse como una fuerza tangencial uniformemente distribuida $q_T = 50$ kgf/cm.

El árbol es de un acero AISI 1020, mecanizado, con una resistencia a la tracción de 65 ksi y un límite de fluencia de 48 ksi. Todos los radios de empalme del árbol son de 5 mm. Los diámetros y las longitudes (expresados en mm) que se deben utilizar para el cálculo de las fuerzas y momentos que actúan sobre el árbol se muestran en la figura 3b.

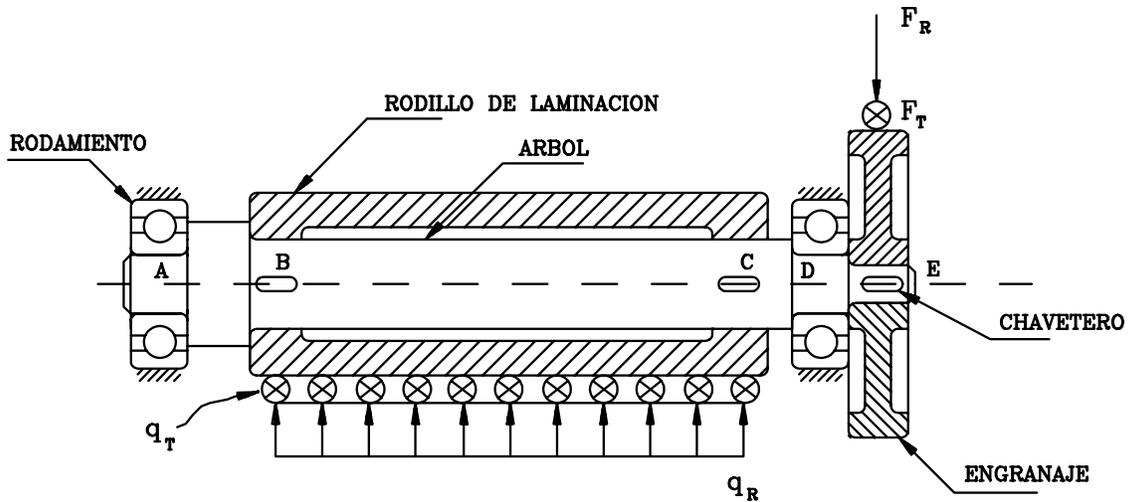


Figura 3a

- Determine la vida del árbol.
- Si el árbol no tiene vida infinita, ¿Cuál debe ser el valor de la resistencia a la tracción para que no falle por fatiga?

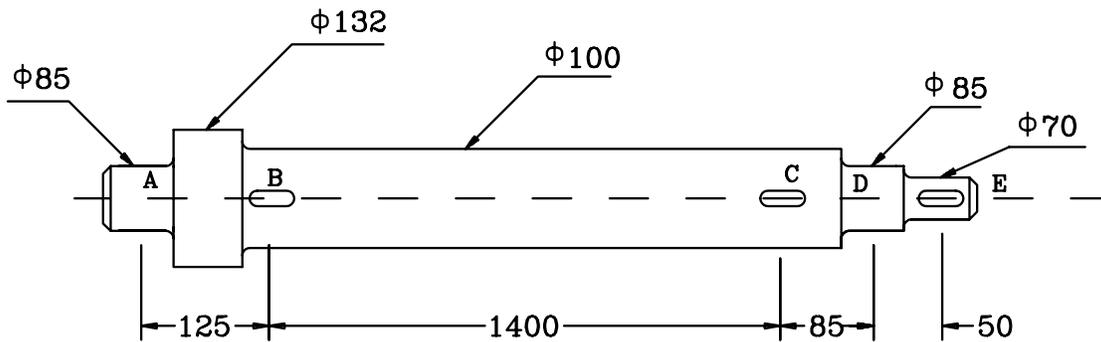


Figura 3b

Resp. : a) 98600 ciclos; b) 95 ksi.

Problema No. 4

En la Fig. 4a se muestra un sistema de transmisión de potencia mediante poleas y engranes cónicos. Cuando el motor acciona el sistema en el sentido indicado, la fuerza que se genera en el punto de contacto entre los engranajes tiene componentes:

$$\begin{aligned}
 F_t &= F \\
 F_a &= F \tan 20^\circ \sin 72^\circ \\
 F_r &= F \tan 20^\circ \cos 72^\circ
 \end{aligned}$$

y la relación entre las tensiones en ambos lados de las correas puede considerarse como $F_2 = 2F_1$. El diámetro primitivo del engranaje situado en C es 16 cm.

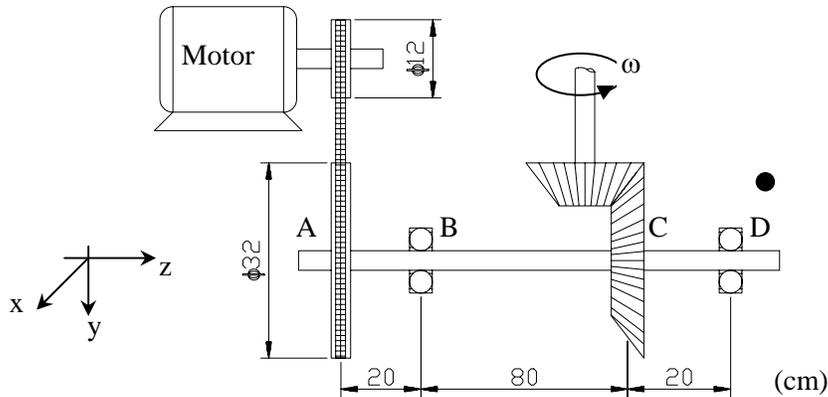


Figura 4a

En la Fig. 4b se muestra el esquema constructivo del árbol *ABCD*. La polea está montada sobre el árbol utilizando una chaveta, mientras que el engranaje cónico se monta mediante un ajuste prensado. El árbol está soportado sobre dos rodamientos localizados en *B* y *D*. El árbol es de acero, mecanizado, con una resistencia a la tracción de 4228 kgf/cm^2 , dureza 120 BHN y un límite de fluencia de 3000 kgf/cm^2 .

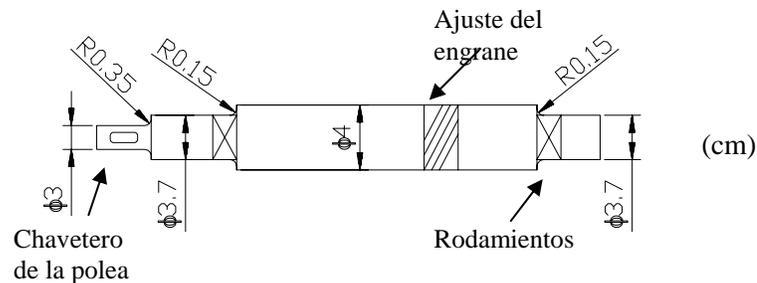


Figura 4b

- Determine, bajo consideraciones estáticas y utilizando la teoría de falla de Tresca, el máximo par torsor que puede transmitir el árbol sin fallar por fluencia.
- Determine, tomando en cuenta la naturaleza cíclica de los esfuerzos, el par torsor máximo que puede transmitir el árbol de manera que tenga vida infinita.

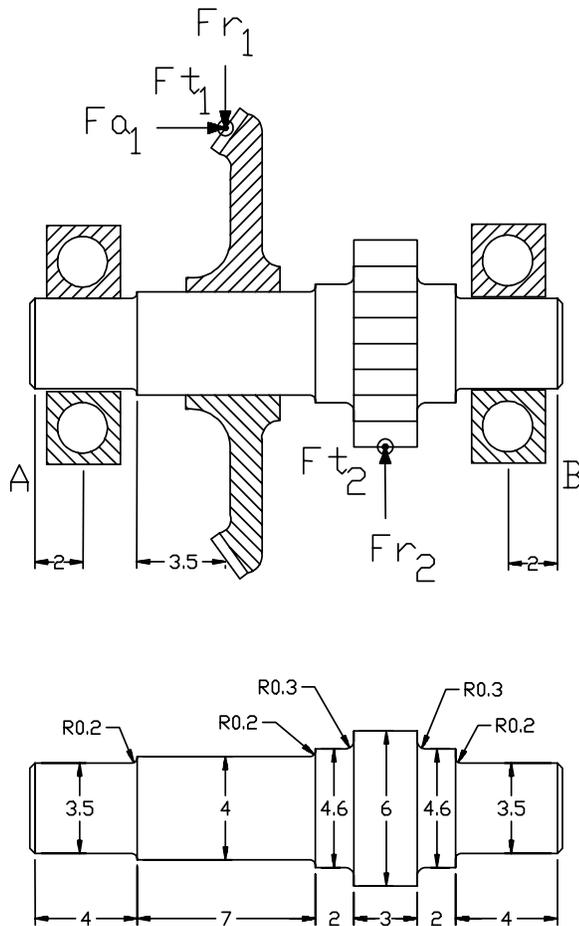
Resp. : a) 3825 kgf-cm; b) 1188 kgf-cm.

Problema No. 5

Un árbol de una caja de velocidades que transmite 15 HP a 454 RPM tiene un engranaje cónico de radio medio $R_1 = 8 \text{ cm}$ y un engranaje de dientes rectos con radio primitivo $R_2 = 3 \text{ cm}$. Ambos engranajes se montan en el árbol mediante ajustes prensados. El árbol está rectificado y el acero con el cual se construye tiene una resistencia a la tracción de 9000 kgf/cm^2 y un límite de fluencia de 6850 kgf/cm^2 . Conociendo la geometría del árbol y las fuerzas que actúan sobre él, verifique si tendrá vida infinita. De no ser así determine la vida en horas.

$$F_{t1} = 300 \text{ kgf}, F_{a1} = 104 \text{ kgf}, F_{r1} = 25 \text{ kgf}, F_{t2} = 800 \text{ kgf} \text{ y } F_{r2} = 325 \text{ kgf}.$$

NOTA: El cojinete *B* absorbe la carga axial.



(Dimensiones en cm)

Resp.: Tiene vida infinita con un margen de seguridad amplio.

Problema No. 6

El elemento de máquina mostrado en la figura estará sometido a las fuerzas variables

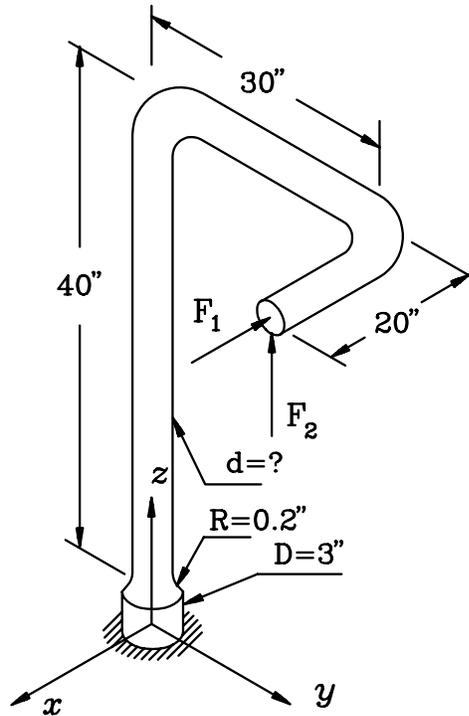
$$F_1 = (300 + 200 \sin \omega t) \text{ lbf}$$

$$F_2 = (100 + 400 \sin \omega t) \text{ lbf}$$

donde ω es la frecuencia angular y t es el tiempo.

El material es un acero AISI-1035, rectificado, con un límite de fluencia de 54 ksi y una resistencia a la tracción de 85 ksi.

- Con el fin de obtener una primera aproximación, realice un cálculo estático para determinar el diámetro mínimo d que se requiere para que el elemento no falle por fluencia utilizando el valor máximo de las cargas F_1 y F_2 .
- Con el diámetro calculado en (a), estime la vida útil del elemento.
- Determine el diámetro necesario d para que el elemento tenga vida infinita.

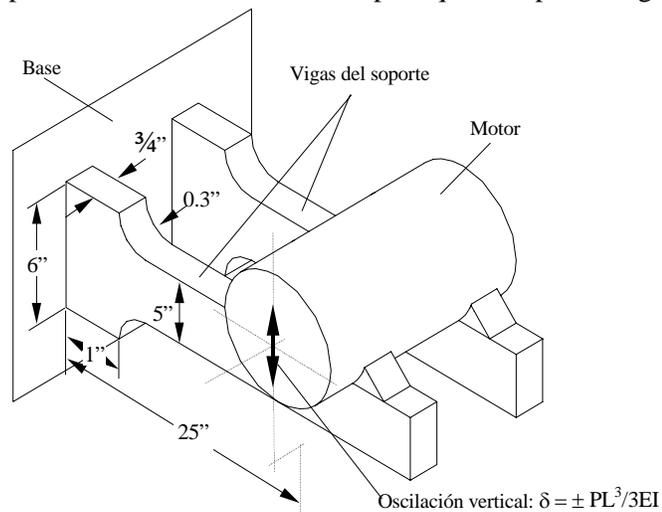


Resp.: a) 1.9"; b) Menos de 1000 ciclos; c) 2.3"

Problema No. 7

En la figura se muestra el soporte de un motor que gira a 1200 rpm y pesa 350 Kgf. Las vibraciones del motor inducen una oscilación vertical δ en el extremo del soporte de amplitud $\pm 1/32$ " alrededor de la posición de equilibrio estático. El material del soporte es un acero AISI 1040 laminado en caliente con $S_y = 60$ ksi, $S_u = 90$ ksi y $E = 30 \times 10^6$ psi.

- Determine la vida del soporte.
- Determine la amplitud máxima de la oscilación para que el soporte tenga vida infinita.



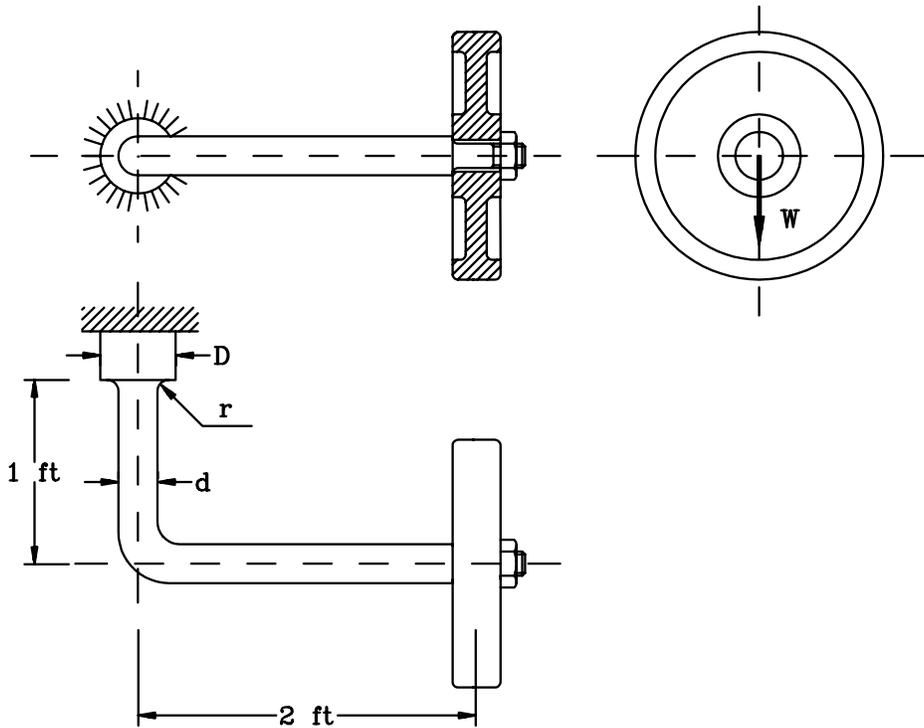
Resp.: a) 7.8×10^5 ciclos; b) 0.0297 "

Problema No. 8

En la figura se muestran las tres vistas de un volante desbalanceado que gira libremente a 1800 rpm. sobre un eje anclado en el extremo A. El volante tiene 25" de diámetro y 500 lbf de peso. Su desbalance puede simularse como una masa de 1 lb localizada en su plano medio de rotación sobre un punto arbitrario de una circunferencia de radio 10 ". El eje será mecanizado en un torno utilizando un acero con una resistencia a la tracción de 120 ksi.

Manteniendo las relaciones $D/d = 1.1$ y $r/d = 0.05$:

- Determine el diámetro mínimo d para que el eje tenga vida infinita.
- Si por error se utiliza un acero con una resistencia a la tracción de 90 ksi, ¿Cuál será la duración del eje?



Resp.: a) 2.4"; b) 200.000 ciclos

Problema

En el frío invierno escandinavo la recolección de nieve se convierte en un gran problema. La **Figura 1a** muestra el árbol de transmisión de un vehículo utilizado para recolectar nieve. Este se encuentra soportado por rodamientos en los extremos **A** y **D** como se ilustra en la figura. La transmisión se lleva a cabo mediante cadenas a la rueda dentada en **E**. Las dimensiones básicas del árbol se muestran en la **Figura 2**. La potencia de entrada es de 20 kW para una velocidad del vehículo de 72 km/h .

Debido a lo largo del invierno los árboles de estos vehículos se rompen con frecuencia, por lo tanto se deben hacer algunas mejoras en el diseño.

El material del árbol es un acero aleado $S_u=530\text{ MPa}$ y $S_y=450\text{ MPa}$. Todas las superficies del árbol han sido maquinadas. Se recomienda que la relación entre los diámetros y radio de entalla se mantenga constante $D/d=1.25$ y $r/d=0.03$.

- Dibuje en isometría el diagrama de cuerpo libre del árbol y calcule todas las fuerzas y momentos que actúan sobre él.
- Determine la sección más crítica mediante el análisis de los diagramas de acciones internas.
- Determine el diámetro mínimo del árbol para que tenga vida infinita.

