

MAQUINAS SIMPLES

PALANCA

Se denomina máquinas simples a la palanca, la polea y el plano inclinado (tornillo, cuña). Con su ayuda se puede con poca fuerza mover cargas pesadas.

La palanca es un cuerpo rígido al que se le aplica la fuerza y que puede girar alrededor de un eje. En la acción de la palanca se basan la pata de cabra (palanquetas), las tijeras, las tenazas, las llaves de tuercas, etc.

El funcionamiento de las palancas está basado en una ley que llamaremos ley de los momentos.

a) EN LA PALANCA SE TIENE:

1. Punto de apoyo
2. Punto de aplicación de la fuerza F_1
3. Punto de aplicación de la fuerza F_2
4. Sentido de giro de las fuerzas F_1 y F_2
5. Brazo de palanca r_1 de la fuerza F_1 , desde este al punto de apoyo (m, dm, cm, mm)
6. Brazo de la palanca r_2 de la fuerza F_2 , desde esta al punto de apoyo.
7. Momento M , igual al producto de la fuerza por su brazo (N.m=Nm=Newton metro)

En la palanca hay momentos a la izquierda y momentos a la derecha. Se indican con subíndices. La flecha curva indica el sentido de giro.

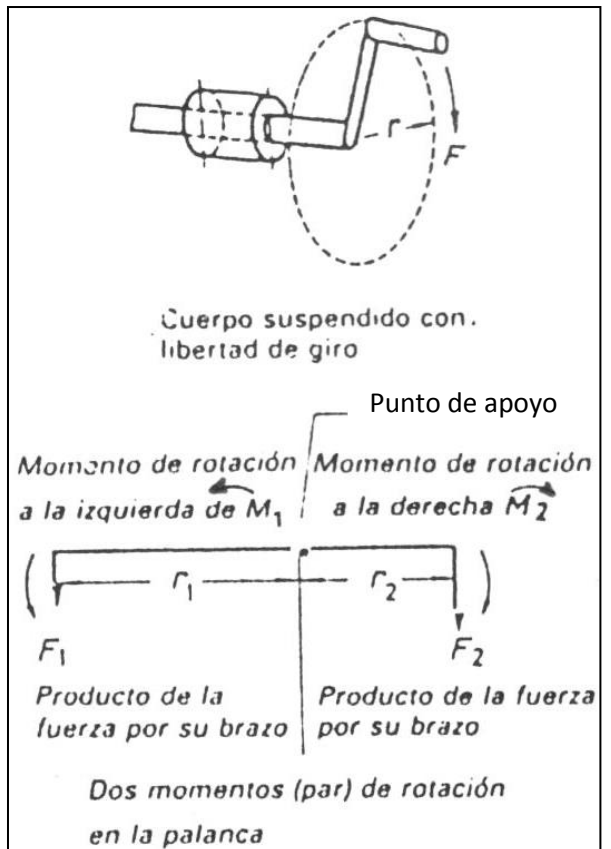
1. EQUILIBRIO EN LA PALANCA

Se consigue el equilibrio cuando él:

Producto de la fuerza F_1 por su brazo r_1 = Producto de la F_2 por su brazo r_2

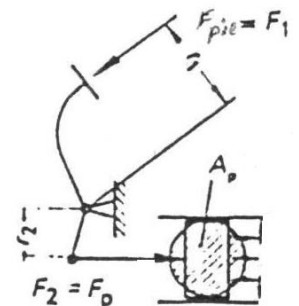
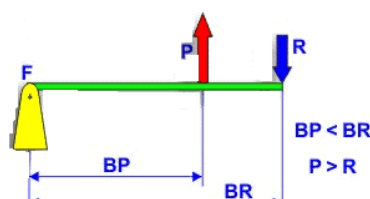
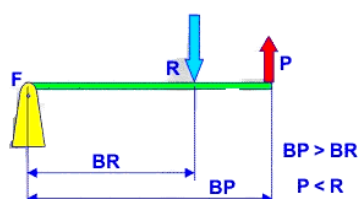
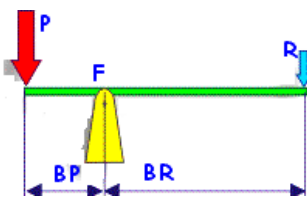
Momento M_1 a la izquierda, negativo = Momento M_2 a la derecha, positivo

1.1. CLASES DE PALANCAS

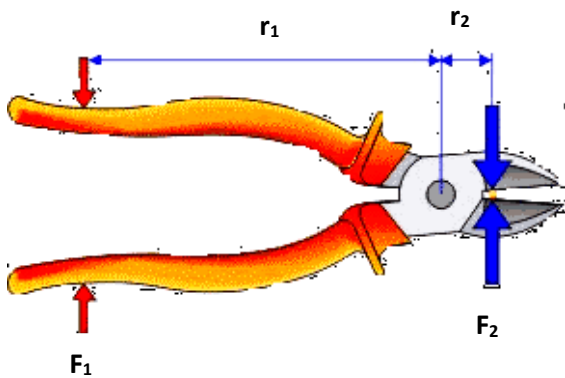


$$F_1 \cdot r_1 = F_2 \cdot r_2$$

$$M_1 = M_2$$



2. MULTIPLICACIÓN DE LA PALANCA



$$i = \frac{r_2}{r_1} = \frac{F_1}{F_2}$$

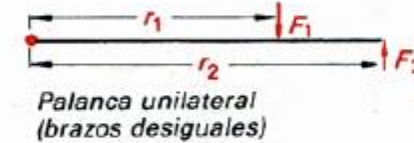
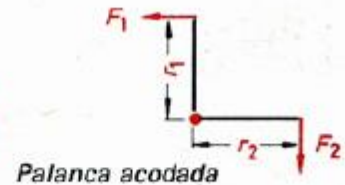
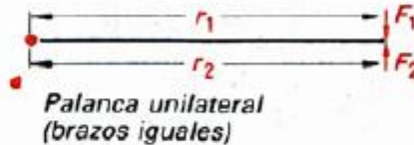
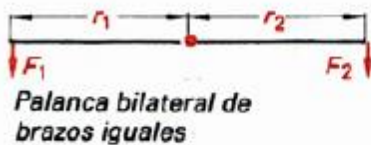
En una palanca pueden actuar más de dos fuerzas de esto resulta:

El equilibrio en la palanca se consigue cuando la suma de todos los momentos a la izquierda es igual a la suma de todos los momentos a la derecha.

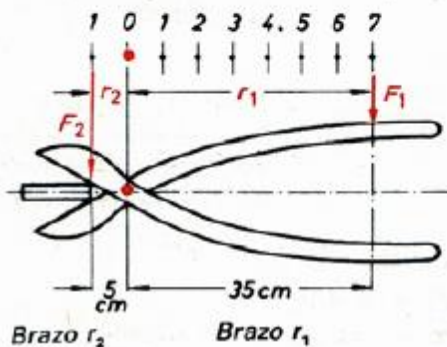
$$F_1 \cdot r_1 + F_2 \cdot r_2 = F_3 \cdot r_3 + F_4 \cdot r_4$$

$$M_1 + M_2 = M_3 + M_4$$

Las distintas clases de palanca

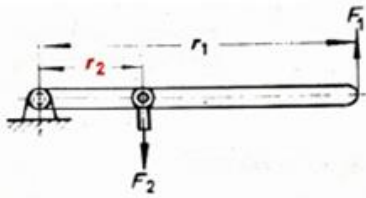


c) Multiplicación de la palanca

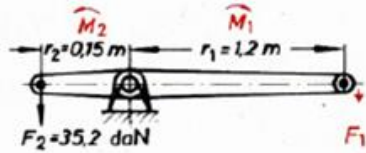


La multiplicación o relación de la palanca indica cuantas veces aumenta la fuerza F_1 (conversión) por efecto de la palanca.

Por ejemplo: $i = \frac{1}{7} = 1 : 7$



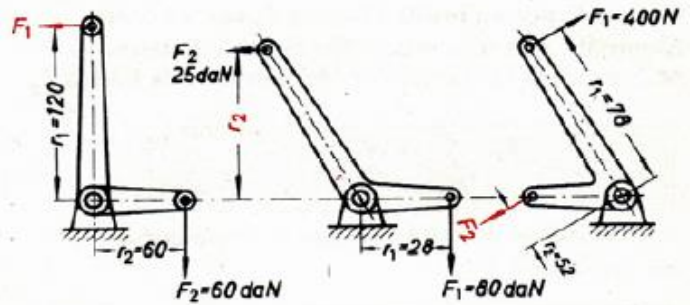
13.4 $F_1 = 200 \text{ N}$,
 $r_1 = 210 \text{ mm}$,
 $F_2 = 1400 \text{ N}$
 Calcular r_2 e i de la palanca unilateral.



13.5 a) ¿Cuánto ha de valer F_1 para conseguir el equilibrio de la palanca?

- b) Calcular el momento a la derecha y el momento a la izquierda.
 c) ¿Cuál es la multiplicación de la palanca?

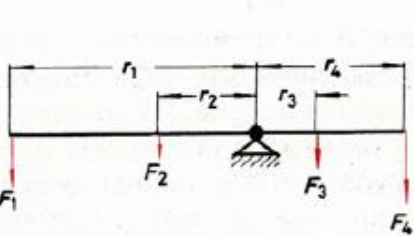
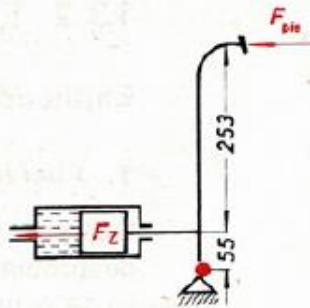
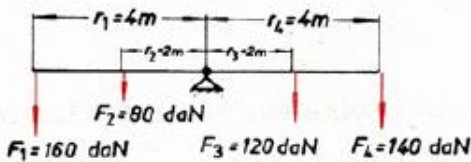
13.6 Calcular los valores que faltan en las palancas acodadas dibujadas.



Observación: La longitud del brazo de palanca de la derecha es la distancia vertical del punto de aplicación de la fuerza al punto de apoyo.

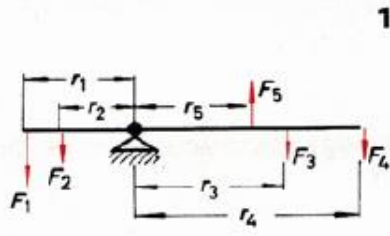
13.7 Calcular:

- a) El momento a la derecha en Nm.
 b) El momento a la izquierda en Nm.

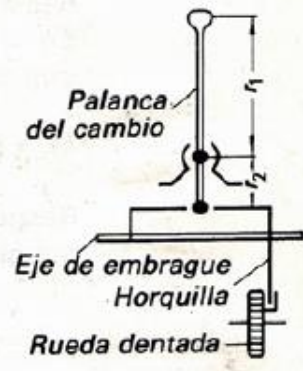


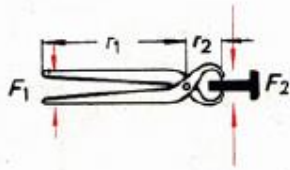
13.8 $F_1 = 99 \text{ daN}$
 $F_2 = 36 \text{ daN}$
 $F_3 = 90 \text{ daN}$
 $r_1 = 50 \text{ cm}$
 $r_2 = 20 \text{ cm}$
 $r_3 = 12 \text{ cm}$
 $r_4 = 30 \text{ cm}$
 Calcular F_4 en N y daN.

- 13.12** La fuerza del pie F_{pie} en el pedal de embrague de un sistema hidráulico es de 150 N.
 a) ¿Cuál es la fuerza F_2 en el cilindro del embrague si la palanca del pedal tiene las dimensiones indicadas en el dibujo?
 b) ¿Cuál es la relación de la palanca (pedal)?

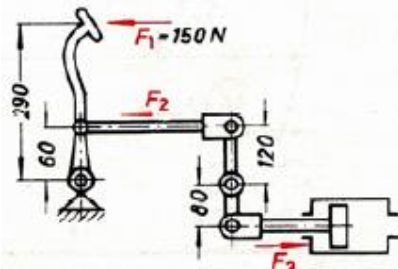


13.9 $F_1 = 120 \text{ daN}$
 $F_2 = 40 \text{ daN}$
 $F_4 = 68 \text{ daN}$
 $F_5 = 90 \text{ daN}$
 $r_1 = 2,5 \text{ m}$
 $r_2 = 1,5 \text{ m}$
 $r_3 = 3,5 \text{ m}$
 $r_4 = 5 \text{ m}$
 $r_5 = 2,5 \text{ m}$
 Calcular F_3 en N y daN.





13.10 ¿Cuál es la fuerza de corte de unas tenazas si la fuerza aplicada con la mano es de 90 N a un brazo de palanca de 380 mm y el otro brazo es de 36 mm?



13.11 a) Calcular la fuerza que actúa en el cilindro de la instalación de frenos cuando la fuerza del pie F_1 es de 150 N.

b) ¿Cuál es la relación de multiplicación entre la fuerza del pie F_1 y la fuerza del émbolo F_3 del cilindro principal?

13.13 Calcular la fuerza de empuje F_s en un turismo con cambio de palanca, con que la palanca actúa sobre la horquilla y las ruedas dentadas del cambio.

La fuerza en la empuñadura F_H es de 50 N, $r_1 = 36$ cm y $r_2 = 8$ cm.

13.14 Un cambio de palanca tiene una palanca $r_1 = 287$ mm (300 mm), y otra $r_2 = 35$ mm (40 mm). ¿Qué fuerza hay que aplicar en la empuñadura para que en la horquilla de empuje sea de 82 daN (90 daN)? (Ver el dibujo del ejercicio 13.13.)

13.15 En la palanca de un freno de mano se aplica una fuerza $F_1 = 120$ N (130 N). Los brazos de la palanca son $r_1 = 490$ mm (480 mm) y $r_2 = 70$ mm (80 mm).

- a) Hacer un croquis con los datos.
- b) Determinar F_2 en el cable del freno.
- c) Calcular la relación de la palanca.

CALCULO DE RESISTENCIAS

La teoría de la resistencia se ocupa del comportamiento de los materiales y de las piezas de las máquinas bajo la influencia de cargas externas.

Por medio del cálculo de resistencias se determinan las dimensiones de las piezas de las máquinas de modo que soporten las cargas o esfuerzos que se les exijan.

Para comprender la teoría de la resistencia conviene explicar algunos conceptos siguientes:

1. CARGA

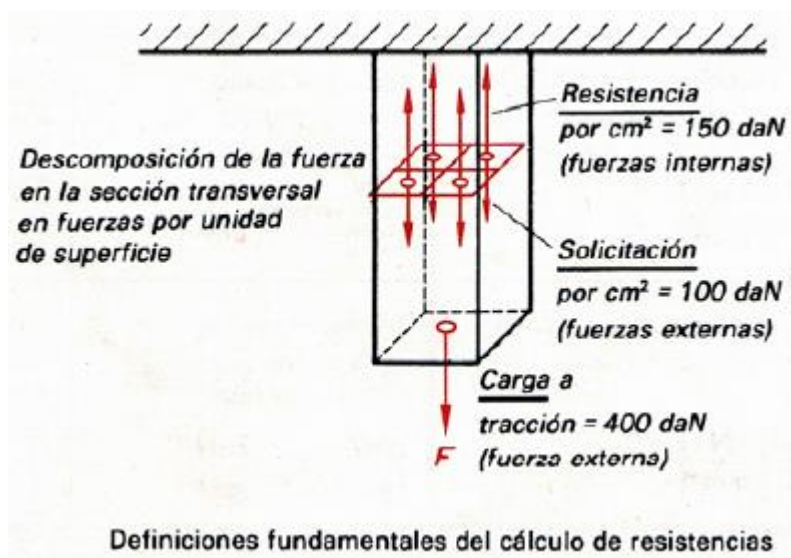
Es la acción de una fuerza sobre un cuerpo. (se denomina fuerza externa, como la tracción de un peso de 400daN), ver figura.

2. SOLICITACIÓN

Es el efecto de una fuerza externa (carga) sobre un cuerpo teniendo en cuenta su magnitud (superficie de la sección transversal). En el dibujo, por ejemplo, vemos, 100 daN/cm².

3. RESISTENCIA

Resistencia es la fuerza interna que se opone a la destrucción o deformación de un cuerpo. Las fuerzas internas se basan en la cohesión de las partículas mas pequeñas de los cuerpos (moléculas). En la figura la resistencia es de 150 daN/cm².



4. TENSIÓN

Es la relación entre la fuerza y la sección de la superficie sollicitada. Es la medida de la resistencia (por ejemplo, 150daN/cm².) y de la sollicitación, (por ejemplo, 100daN/cm²)

5. RESISTENCIA A LA ROTURA (carga de rotura)

es la tensión a la cual se rompe un cuerpo por la acción de Una fuerza externa. En la práctica suele hablarse nicamente de resistencia (a la tracción, compresión, torsión, corte, fatiga, etc.).

6. TENSIÓN ADMISIBLE (sollicitación admisible)

Tensión admisible o sollicitación admisible es aquella a la cual ninguna fuerza externa altera permanentemente la forma de un cuerpo ni la rompe. Se habla también de sollicitación admisible y se entiende con ello que no produce ninguna deformación ni rotura. La tensión admisible es pues la tensión máxima a que puede cargarse una pieza.

7. COEFICIENTE DE SEGURIDAD

Es la relación entre la resistencia a la rotura y la tensión admisible

RESISTENCIA A LA TRACCION

$$\sigma_z = \frac{F}{A_s} \rightarrow [N / mm^2 \text{ ó } daN / cm^2]$$

Una barra de Ø 30 mm se carga con una fuerza a tracción de 6 000 daN. Calcular la tensión a tracción.

$$\sigma_z = \frac{F}{A_s} \quad A_s = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} = \frac{3^2 \cdot 3,14}{4} = 7,065 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_z = \frac{6000}{7,065} = \underline{849 \text{ daN/cm}^2}$$

RESISTENCIA A LA COMPRESION

$$\sigma_d = \frac{F}{A_s} \rightarrow [N / mm^2 \text{ ó } daN / cm^2]$$

Una columna de base cuadrada, de l = 80 mm se carga a compresión con 800 000 N. ¿Cuál es el valor de la tensión a compresión?

$$\sigma_d = \frac{F}{A_s} \quad A_s = l \cdot l = 80 \cdot 80 = 6400 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_d = \frac{800000}{6400} = \underline{125 \frac{N}{mm^2}}$$

RESISTENCIA AL CORTE (CIZALLADURA)

$$\tau_s = \frac{F}{A_s} \rightarrow [N / mm^2 \text{ ó } daN / cm^2]$$

¿Cuál es la tensión a la cortadura de un perno de Ø 10 mm con una carga transversal de 200 daN?

$$\tau_s = \frac{F}{A_s} \quad A_s = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} = \frac{1^2 \cdot 3,14}{4} = 0,785 \text{ cm}^2$$

$$\tau_s = \frac{200}{0,785} = 255 \frac{daN}{cm^2} = \underline{25,5 \frac{N}{mm^2}}$$

COEFICIENTE DE SEGURIDAD

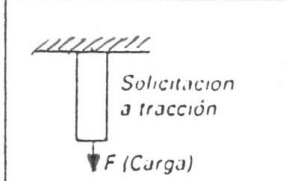
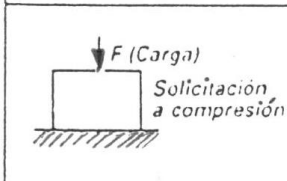
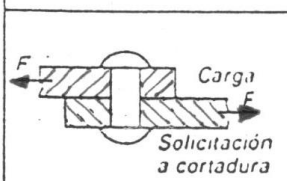
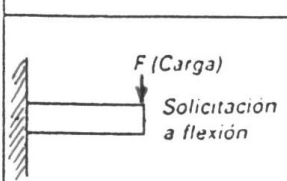
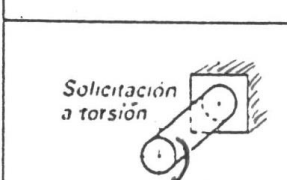
A veces se hacen los cálculos con un coeficiente de seguridad, que da la seguridad con que una pieza de máquina está hecha. El coeficiente de seguridad es la relación entre la resistencia a la rotura y la tensión admisible.

$$v = \frac{\sigma_s}{\sigma_{adm}}$$

Subíndices de las solicitaciones

z = Tracción
s = Cizalladura

d = Presión, compresión
t = Torsión, rotación

Notaciones			
Clases de sollicitación	Resistencia a la rotura	Tensión	Ejemplo
	Resistencia a la tracción $= \sigma_{zB} = \text{sigma tracción } B$ $\left[\frac{N}{mm^2} \right]$	Tensión a tracción $= \sigma_z = \text{sigma tracción}$ $\left[\frac{N}{mm^2} \right]$ o $\sigma_z = \frac{F}{A_s}$	Tornillos Cables remolque Cadenas Anillas de suspensión
	Resistencia a la compresión $= \sigma_{dB} = \text{sigma compresión } B$ $\left[\frac{N}{mm^2} \right]$	Tensión a compresión $= \sigma_d = \text{sigma compresión}$ $\left[\frac{N}{mm^2} \right]$ o $\sigma_d = \frac{F}{A_s}$	Cimientos Cojinetes Émbolos Columnas bajas
	Resistencia a la cortadura o cizalladura $= \tau_{sB} = \text{tau cortadora (o cizalladura) } B$ $\left[\frac{N}{mm^2} \right]$	Tensión a cortadura (o cizalladura) $= \tau_s = \text{tau Cortadura (o cizalladura)}$ $\left[\frac{N}{mm^2} \right]$ o $\tau_s = \frac{F}{A_s}$	Tornillos Remaches Corte (o cizallado) de chapas Pernos
	Resistencia a la flexión $= \sigma_{bB} = \text{sigma flexión } B$ $\left[\frac{N}{mm^2} \right]$	Tensión a flexión $= \sigma_b = \text{sigma flexión}$ $\left[\frac{N}{mm^2} \right]$ o bien $\frac{daN}{cm^2}$	Ejes motores Llaves de tuercas Ejes Resortes de lámina
	Resistencia a la torsión $\tau_{tB} = \text{tau torsión } B$ $\left[\frac{N}{mm^2} \right]$	Tensión a torsión $= \tau_t = \text{tau torsión}$ $\left[\frac{N}{mm^2} \right]$ o bien $\frac{daN}{cm^2}$	Tornillos Ejes Barras torsión Brocas

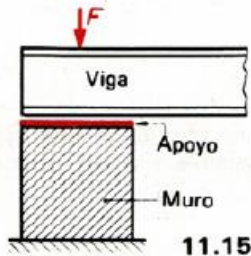
σ (se pronuncia sigma) = Indica resistencia, tensión o sollicitación, a tracción, compresión y flexión.
 τ (se pronuncia tau) = Indica resistencia, tensión o sollicitación, a cargas de cortadura y torsión.
 A_s = Superficie de la sección transversal del cuerpo B = Límite de rotura (= Rotura)
 τ_{ad} = Tensión admisible (sollicitación) σ_{et} = Sollicitación efectiva

NOTA:

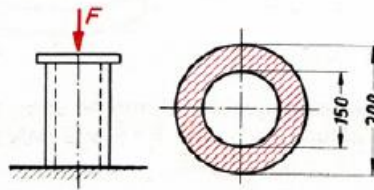
- La resistencia a la cortadura del acero es aproximadamente 4/5 de la resistencia la tracción.
- La superficie de corte A_s se obtiene multiplicando la longitud de la arista de corte por el espesor del material. (excepto pernos y remaches)
- Los valores de las resistencias de los distintos materiales vienen recopilados en tablas.



- 11.15** Una viga en \perp está cargada con 40 000 N y descansa (presiona) sobre un apoyo cuadrado.
 a) ¿Qué longitud de lado l tiene el apoyo si la tensión a compresión admisible entre apoyo y muro es $\sigma_a = 10 \text{ daN/cm}^2$?
 b) ¿Cuál es la tensión a compresión entre viga y apoyo si el ancho de ala de la viga es de 106 mm?



11.15

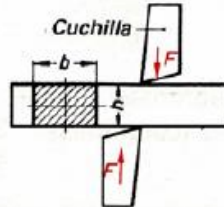


11.16

- 11.19** Un remache de 6 mm de diámetro ha de soportar una fuerza cortante de 628 daN. ¿A qué tensión a la cortadura en daN/cm^2 y N/mm^2 corresponde?

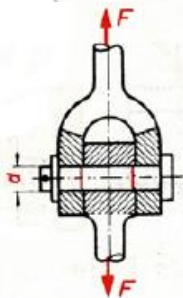


- 11.20** Una platina de acero con sección transversal de $15 \times 10 \text{ mm}$ se ha de cortar con cizalla. Calcular la tensión a cortadura que se origina si la fuerza de corte F es de 45 750 N.



- 11.21** Sobre un émbolo actúa una fuerza de 1 800 daN. Determinar:

- a) La tensión a cortadura en un bulón macizo de $d = 30 \text{ mm}$, en daN/cm^2 .
 b) La tensión a cortadura en un bulón perforado de $D = 30 \text{ mm}$ y $d = 16 \text{ mm}$, en daN/cm^2 .

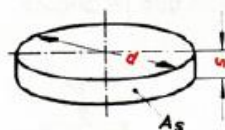


- 11.23** La unión a horquilla del dibujo, con bulón, (de resistencia a la tracción 50 daN/mm^2) se solicita con 62,8 kN.

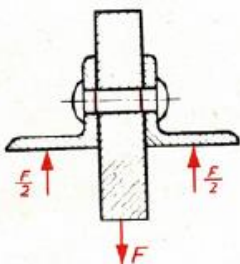
- a) Calcular τ_{ad} en N/mm^2 con un coeficiente de seguridad 4.
 b) ¿Qué diámetro d en mm ha de tener el bulón?

- 11.24** De una chapa de acero con resistencia mínima a la tracción de 370 N/mm^2 hay que cortar un disco de $d = 30 \text{ mm}$ y $s = 2 \text{ mm}$.

- a) Calcular en mm^2 la superficie de corte A_s .
 b) ¿Cuál es en N la fuerza de corte?



- 11.25** Mediante remaches de 10 mm se unen dos ángulos a una chapa. Calcular el número n de remaches si actúa una fuerza $F = 5 652 \text{ daN}$ y la tensión admisible a la cortadura es de 900 daN/cm^2 .



FUERZAS (reacciones) EN LOS APOYOS, CARGAS Y FUERZAS EN EJES

1. FUERZAS EN LOS APOYOS

Una viga se apoya en los puntos **A** y **B** y sobre ella actúa una fuerza $F_1 = 900 \text{ N}$. se desprecia el peso propio de la viga.

Si se retira el apoyo **A** y simultáneamente se deja que la viga gire en **B**, caerá hacia abajo.

Lo mismo sucederá retirando el apoyo **B** si al mismo tiempo la viga gira en **A**.

Puesto que la viga apoyada en **A** y **B** no cae, tienen que haber fuerzas que lo soporten. Estas fuerzas se denominan reacciones en los apoyos. En conjunto, la suma de reacciones (fuerzas en los apoyos) tiene que ser igual a la fuerza que actúa sobre la viga. El cálculo de las reacciones en los apoyos se hace mediante la ley de la palanca.

La viga representa en ambos casos una palanca unilateral. Aparecen momentos a la izquierda y a la derecha (momentos de rotación, o de giro).

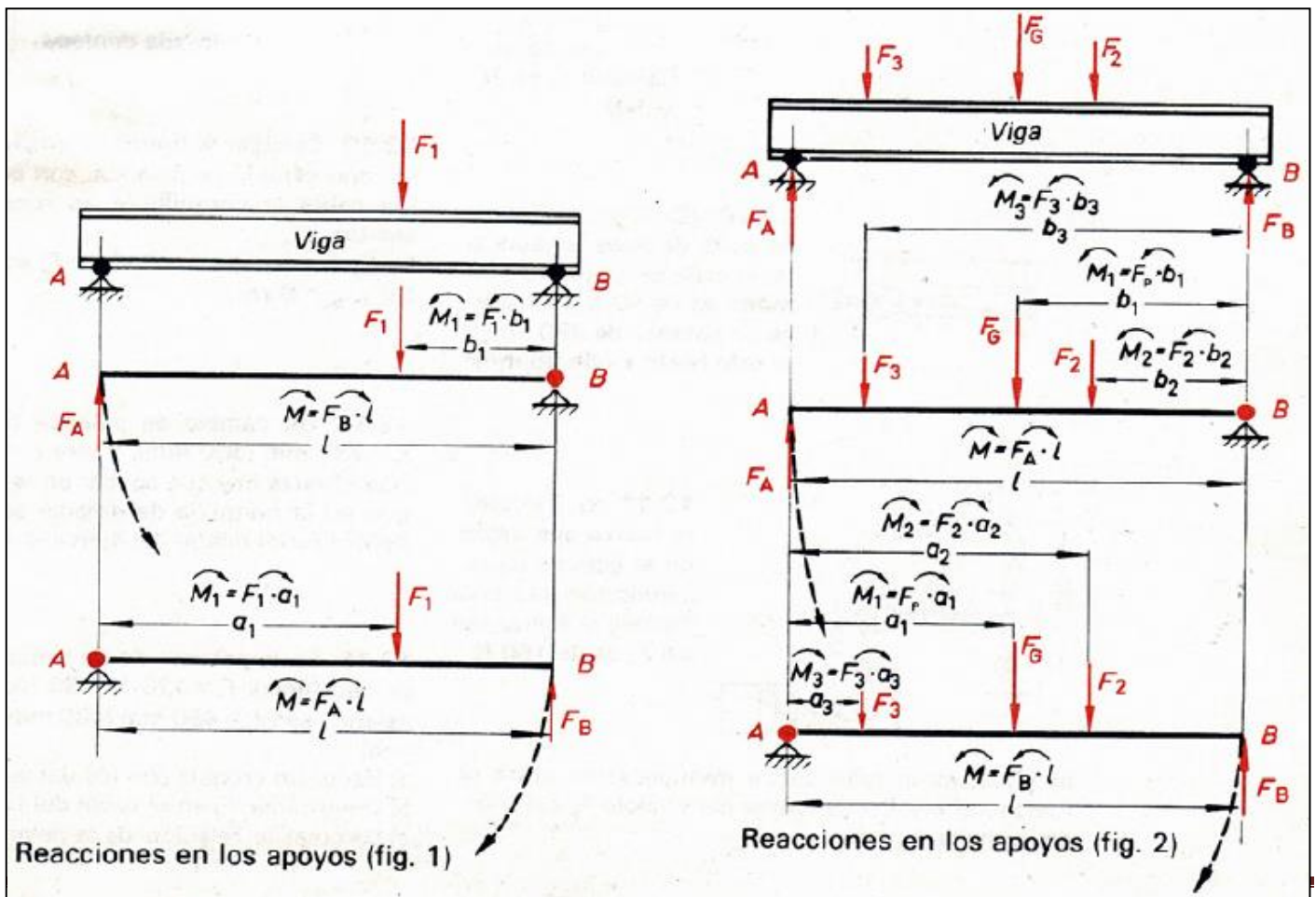
Si actúan varias fuerzas (F_G, F_2, F_3, \dots) en una viga, igualmente se calculan las reacciones en los apoyos con la ley de la palanca.

En la palanca se logra el equilibrio cuando la suma de todos los momentos a la izquierda es igual a la suma de todos los momentos a la derecha:

$$M_1 + M_2 = M_3 + M_4$$

Respecto al peso propio **P** de la viga, se calcula por la formula

$$F_p = m \cdot g$$



2. CARGAS Y FUERZAS EN EJES

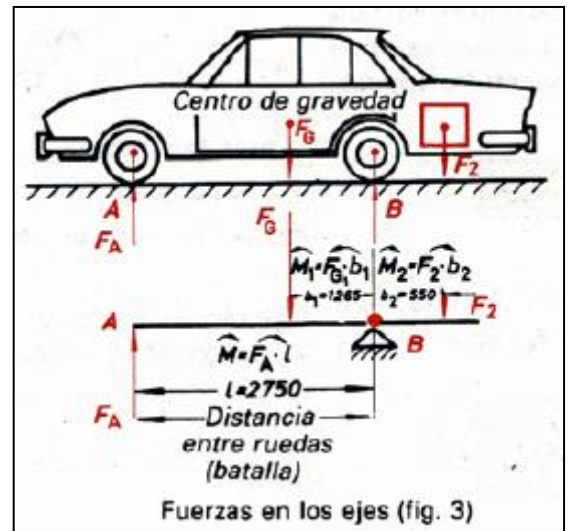
Un coche tiene un peso en vacío (peso propio del vehículo) de $P=1509$ kg. Además en el maletero lleva una carga de $P=126$ kg, por lo que su peso total es de 1635 kg.

El peso total carga en los ejes delanteros y trasero y presiona con su fuerza las ruedas contra el suelo.

La carga en el eje es la parte del peso total de un vehículo que soporta dicho eje.

La fuerza en el eje es la parte de la fuerza (producida por la carga en el eje) que el eje del vehículo ejerce sobre el suelo.

El cálculo de las fuerzas en los ejes es igual que el de las reacciones en los apoyos.



El vehículo se considera como una viga sobre los apoyos, en los cuales actúan las fuerzas. Las reacciones en los apoyos calculadas por la ley de la palanca son las fuerzas en los ejes. Respecto al peso propio y a la carga, la fuerza se calcula por la fórmula:

NOTACIONES:
$$F_P = m \cdot g$$

- A, B** = puntos de apoyo, cojinetes, ejes
- F_A, F_B** = Reacciones en los apoyos, fuerza en los cojinetes, los ejes
- F_t** = fuerza total (N)
- P=m**=Peso en vacío (peso propio o del vehículo) (kg)
- F_G**= fuerza pesante (N)
- L**= distancia entre apoyos (m, dm, cm, mm)
- F₁, F₂, F₃**=Fuerzas (N)
- a₁, a₂, a₃**=brazos de palanca (m, dm,...)
- b₁, b₂, b₃** = brazos de palanca (m, dm,...)
- g** = $9,81 \text{ m/s}^2$ = aceleración de la gravedad

2.1. FUERZAS EN LOS COJINETES

Se calculan ahora las fuerzas F_A y F_B en los cojinetes y se toman los apoyos A y B, respectivamente, como puntos de apoyo de la palanca en la que actúan las fuerzas ($F_P, F_1, F_2, F_3, \dots$) y F_A y F_B que dan, con sus brazos correspondientes, los momentos (momentos de rotación)

Ley de la palanca: $F_A \cdot L = F_1 \cdot b_1$ y $F_B \cdot L = F_1 \cdot a_1$

$$F_A = \frac{F_1 \cdot b_1}{l} \rightarrow [N]$$

y

$$F_B = \frac{F_1 \cdot a_1}{l} \rightarrow [N]$$

En lo sucesivo no se calculará F_a , si no que se restará F_A de la carga total de la viga puesto que esta es igual a la suma de las fuerzas (o reacciones) en los apoyos.

$$F_1 = F_A + F_B \rightarrow (N)$$

Ley de la palanca: $F_A \cdot l = F_G \cdot b_1 + F_2 \cdot b_2 + F_3 \cdot b_3$

$$F_B \cdot l = F_G \cdot a_1 + F_2 \cdot a_2 + F_3 \cdot a_3$$

$$F_A = \frac{F_p \cdot b_1 + F_2 \cdot b_2 + F_3 \cdot b_3}{l} \rightarrow [N]$$

Y

$$F_B = \frac{F_p \cdot a_1 + F_2 \cdot a_2 + F_3 \cdot a_3}{l} \rightarrow [N]$$

Carga total = suma de ambas fuerzas en los apoyos.

$$F_1 = F_p + F_2 + F_3 \dots = F_A + F_B \rightarrow (N)$$

OBSERVACIÓN: si hay que considerar el peso propio de la viga, se toma este actuando en el centro como una fuerza o carga más.

2.2 CARGAS Y FUERZAS EN LOS EJES

Se calculan las fuerzas F_A y F_B en los ejes y se toman a los ejes A y B del vehículo como puntos de apoyo de la palanca en la cual actúan las fuerzas (F_p, F_2, F_3, \dots) y F_A o F_B que con los brazos de palanca dan los momentos (momentos de rotación)

Ley de la palanca: $F_A \cdot l + F_2 \cdot b_2 = F_p \cdot b_1$

$$F_A = \frac{F_p \cdot b_1 - F_2 \cdot b_2}{l} \rightarrow [N]$$

Carga total = suma de cargas en ambos ejes

$$F_1 = F_p + F_2 + F_3 \dots = F_A + F_B \rightarrow (N)$$

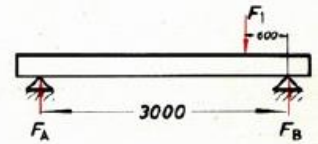
OBSERVACIÓN: El peso en vacío del vehículo se considera como una fuerza aplicada en su centro de gravedad.

OBSERVACION: Las reacciones en los apoyos no solo se dan en las vigas soportadas y en los vehículos, sino también en ejes y árboles. En general son reacciones en los apoyos, que hay que calcular para dimensionar los cojinetes o apoyos.

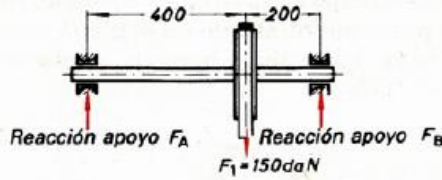
Ejercicios

13.16 La longitud de la viga del dibujo es de 3 000 mm y está cargada con una fuerza $F_1 = 1\ 600\text{ N}$.

- a) Escribir la ecuación general de los momentos y para los valores dados.
- b) Calcular F_A y F_B en N.

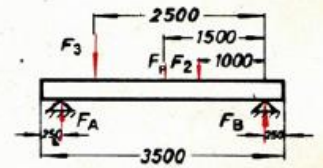


13.17 En un eje apoyado hay una polea de transmisión por correa. La tracción vertical de la transmisión carga al eje con 150 daN. Calcular las reacciones en los apoyos F_A y F_B en daN y kN.



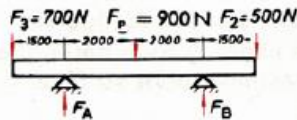
13.18 La viga en U del dibujo de al lado tiene un "peso" propio de 50 kg. Las fuerzas que sobre ella actúan son $F_2 = 81\text{ daN}$ y $F_3 = 1\ 200\text{ N}$.

- a) Escribir la ecuación general de los momentos y para los valores dados.
- b) Calcular F_A y F_B en N.



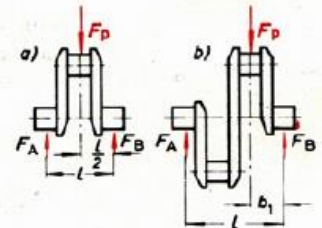
13.19 La viga de acero del dibujo está cargada como se representa.

- a) Escribir la ecuación general de los momentos y para los valores dados.
- b) Calcular F_A y F_B en N y kN.
- c) Comprobar si está equilibrada.



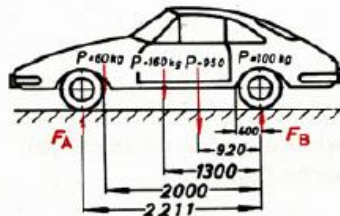
13.20 Por la combustión de la mezcla de combustible y aire una biela ejerce una fuerza $F_p = 500\text{ daN}$ en la muñequilla de un cigüeñal.

- a) Calcular las fuerzas (reacciones) F_A y F_B en los cojinetes si $l = 120\text{ mm}$ (dibujo de la izquierda).
- b) Determinar las fuerzas F_A y F_B si $l = 180\text{ mm}$ y $b_1 = 60\text{ mm}$ (dibujo de la derecha).



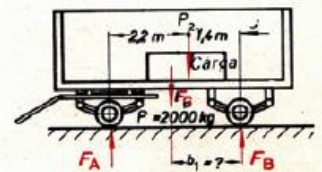
13.21 Un automóvil "pesa" 950 kg y se carga al máximo admisible de 1 270 kg (ver el dibujo).

- a) Calcular las fuerzas correspondientes en N.
- b) ¿Cuánto vale la fuerza F_A en el eje delantero?
- c) ¿Cuánto vale la fuerza F_B en el eje trasero?
- d) Calcular la carga en cada rueda en conducción recta.



13.22 Un remolque lleva una carga de 1 400 kg, su propio peso es de 2 000 kg y su eje trasero soporta 1 800 kg.

- a) ¿Cuál es el valor de F_A ?
- b) ¿A cuántos metros del eje trasero (en sentido horizontal) está el centro de gravedad del remolque?



13.23 El centro de gravedad de un automóvil está a 1,2 m por detrás del eje delantero. La distancia entre ejes (batalla) del vehículo es de 2,6 m.

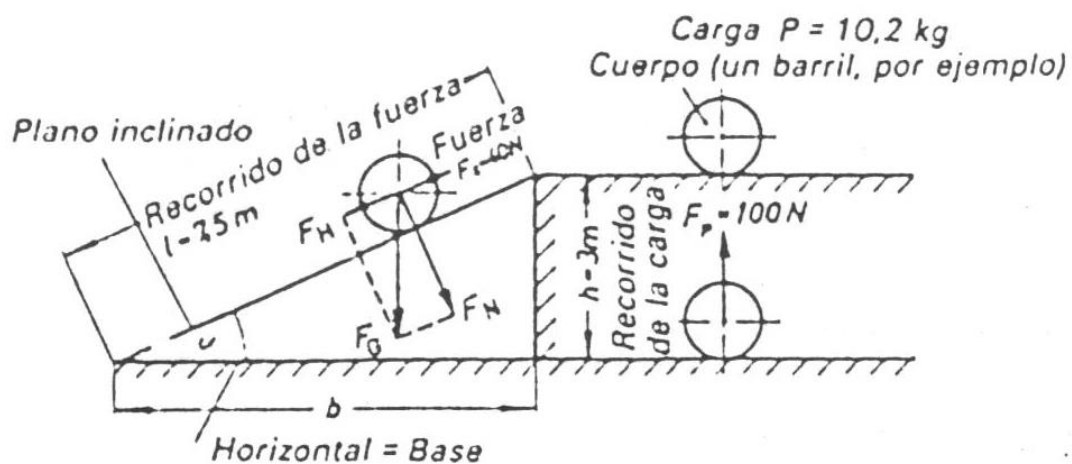
Calcular las cargas F_A y F_B en los ejes si el vehículo pesa 1 080 kg.

PLANO INCLINADO

El plano inclinado se encuentra también entre las máquinas simples a las que se puede aplicar la regla de oro de la mecánica de ahorrar fuerza a costa de distancia.

Toda superficie inclinada constituye un plano inclinado.

Para elevar directamente un cuerpo (un barril, por ejemplo) hay que vencer toda la fuerza que éste ejerce por su peso, mientras que en el plano inclinado solo hay que vencer la fuerza que el cuerpo hace hacia abajo paralela al plano inclinado ($F_H = F_Z = 40 \text{ N}$).



Del simple análisis del gráfico anterior se deduce que si un cuerpo (en este caso el barril) se encuentra en un plano inclinado, son dos las fuerzas que ejerce:

1. Una paralela hacia abajo F_H (que haría que rodara)
2. Una normal F_N (el barril presiona sobre su base y origina un rozamiento, que en este caso no se considera)

El peso del cuerpo (barril) es la causa de estas dos fuerzas. La atracción de la tierra ejerce una fuerza vertical sobre el barril (su peso F_G), que se descompone en la fuerza normal F_N (que presiona sobre su base) y la F_H , inclinada, que lo hace rodar por el plano inclinado.

La fuerza inclinada, la normal y la del peso constituyen en el plano inclinado el paralelogramo de fuerzas, cuya resultante es precisamente la fuerza por el peso del cuerpo.

Notaciones

F_Z =Fuerza de tracción (N)

F_H =Fuerza inclinada (N)

b = Base del plano inclinado

h = altura del plano inclinado (recorrido de carga)

$m=P$ =peso (masa) del cuerpo (kg)

F_N =Fuerza normal (N)

F_P =Fuerza por el peso (N)

l =Longitud del plano inclinado

α =Angulo de inclinación (grados)

En esta sección no se consideran las fuerzas de rozamiento.

1. CALCULO DE LA FUERZA DE TRACCIÓN

$F_H (=F_Z)$ depende de:

- Peso
- Relación de h a l (inclinación)

Luego, fuerza inclinada=fuerza de tracción= (Peso.Altura)/Recorrido

$$F_Z \approx F_H = \frac{F_p \cdot h}{l} \rightarrow [N]$$

De donde resulta:

$$\frac{F_Z}{F_p} = \frac{h}{l}$$

Es decir, en el plano inclinado las fuerzas son inversamente proporcionales a los recorridos.

De esta ecuación resulta la regla de oro de la mecánica.

Fuerza por distancia = Carga por distancia

$$F_Z \cdot l = F_p \cdot h$$

2. CALCULO DE LA FUERZA NORMAL

La fuerza normal F_N depende de:

- Peso (carga)
- Relación de b a l (inclinación)

Luego fuerza normal = (peso. Base)/Recorrido

$$F_N = \frac{F_p \cdot b}{l} \rightarrow [N]$$

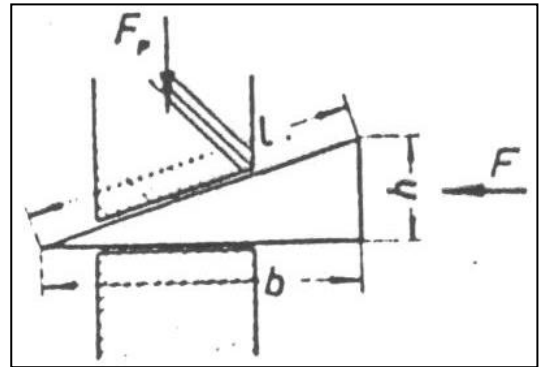
De donde resulta:

$$\frac{F_N}{F_p} = \frac{b}{l}$$

Es decir, en el plano inclinado la relación de la fuerza normal al peso es igual que la de la longitud de la base a la longitud inclinada.

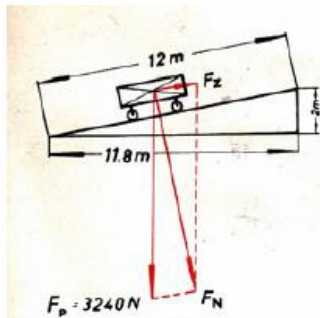
OBSERVACIONES

1. El plano inclinado aparece en muchos casos: cuñas tornillos, calles en pendiente, planchas de descarga, escaleras, tejados, etc.
2. En los planos inclinados se producen siempre perdidas por fuerzas de rozamiento
3. La cuña es un caso especial de plano inclinado, pues la fuerza F no es paralela a la superficie inclinada sino a la base (plano fundamental b), de lo cual resulta la siguiente formula.



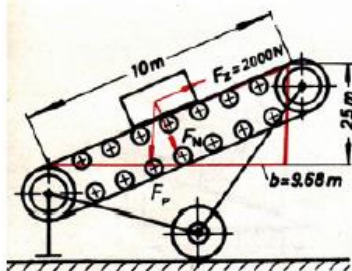
Ejercicios:

$$F \cdot b = F_p \cdot h$$

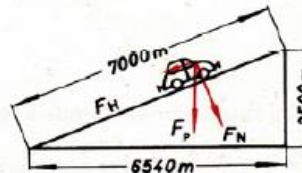


- 13.26** Se tira hacia arriba por el plano inclinado de al lado de un cuerpo cuyo peso es de 3 240 N.
- a) ¿Cuál es el valor en N de la fuerza de tracción?
 - b) Calcular la fuerza normal en N.
 - c) Dibujar el plano inclinado con el remolque y el paralelogramo de fuerzas.
 - d) Escribir la relación general del plano inclinado y con los valores concretos y comprobar si se cumple el equilibrio.

(M:1:100; KM 1 mm ≅ 30 N)



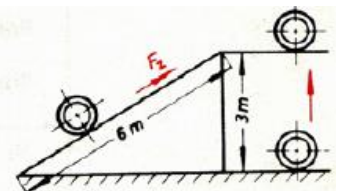
- 13.27** Un automóvil de turismo que pesa 700 kg se encuentra en la pendiente representada.
- a) Calcular la fuerza inclinada F_H en N.
 - b) ¿Cuánto vale en N la fuerza normal F_N ?
 - c) Dibujar en papel milimetrado el paralelogramo de fuerzas.
 - d) Determinar la relación de la inclinación y dar la pendiente de la calle en %.



- 13.28** Una cinta transportadora ejerce una fuerza de tracción de 2 000 N.
- a) Calcular la fuerza F_p del peso.
 - b) ¿Qué peso puede transportar la cinta?
 - c) ¿Cuál es la carga de la cinta por la fuerza normal F_N ?

13.30 Un tubo de acero tiene un diámetro exterior de 1 000 mm y uno interior de 980 mm; su longitud es de 6 m y la densidad del acero 7,85 kg/dm³. Está representado en el dibujo de al lado. Calcular:

- a) El peso en kg.
- b) La fuerza de tracción en N.
- c) El trabajo mecánico sobre el plano inclinado y por elevación vertical.
- d) Expresar con pocas palabras el resultado de c).



13.31 Un remolque con un peso total de 6,8 t tiene que subir por una rampa de 8 m de longitud por 1 m de pendiente. Calcular la fuerza de tracción correspondiente en kN y daN

13.32 Una carga de 260 kg tiene que elevarse 80 cm mediante un plano inclinado aplicándole una fuerza de 400 N. Calcular la longitud del recorrido de la fuerza.

13.33 Una carga de 15 000 kg tiene que desplazarse por un plano inclinado con una pendiente de 1 : 15. ¿Cuál es la fuerza F si ésta actúa horizontalmente y hay que considerar un 21% más por el rozamiento?