

ELEMENTOS DE MÁQUINAS

Plan de Estudios 2013
Año 2026

TORNILLOS

BIBLIOGRAFÍA

Richard G. Budynas y J. Keith Nisbett.- *“DISEÑO EN INGENIERÍA MECÁNICA”*- Ed. Mc-Graw hill. Octava edición 2008

SHIGLEY- MISCKE.- *“DISEÑO EN INGENIERÍA MECÁNICA”*- Ed. Mc-Graw hill.

MOTT, Robert L.- *“DISEÑO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS”*.- Ed. Prentice-Hall.

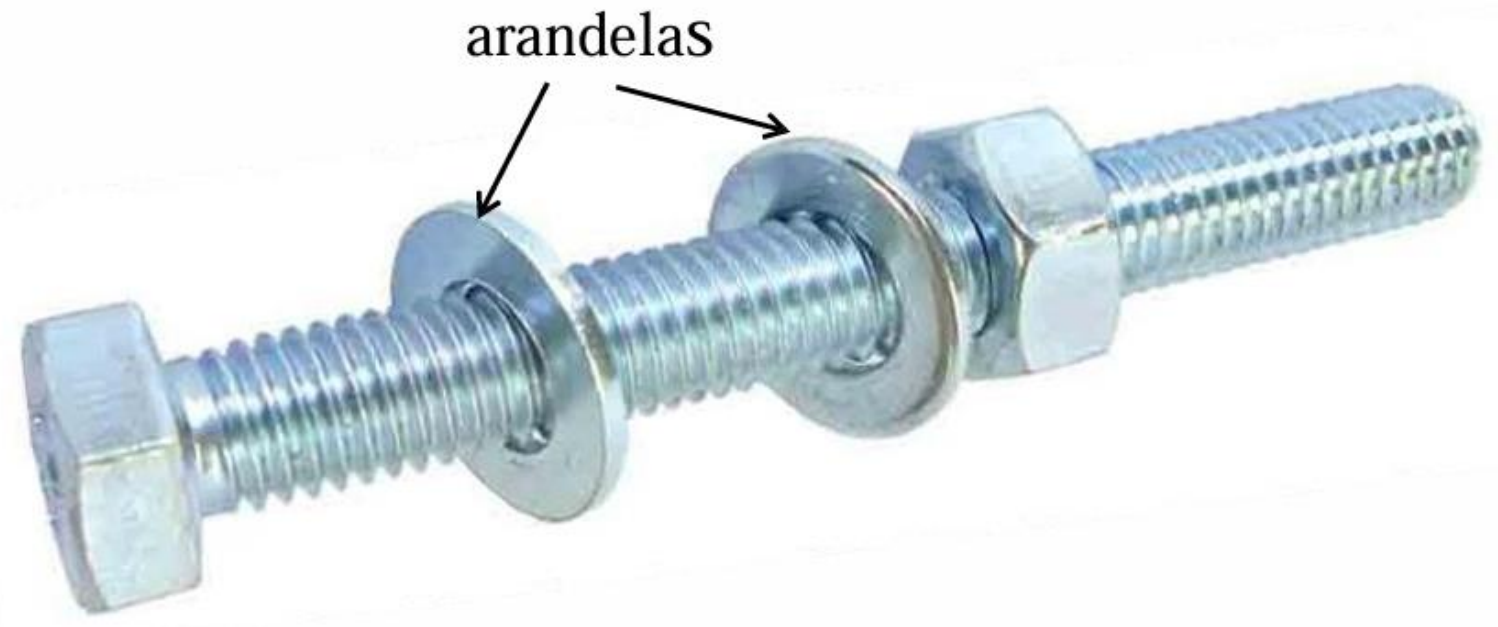
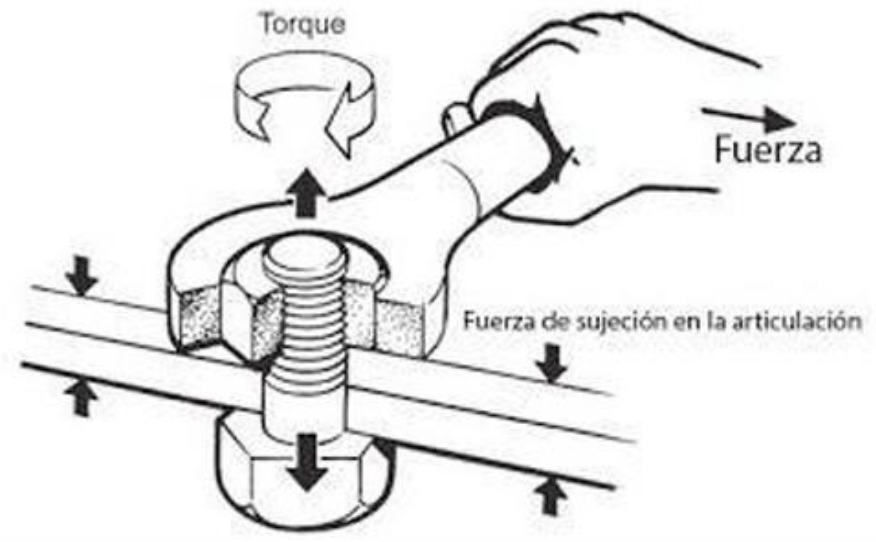
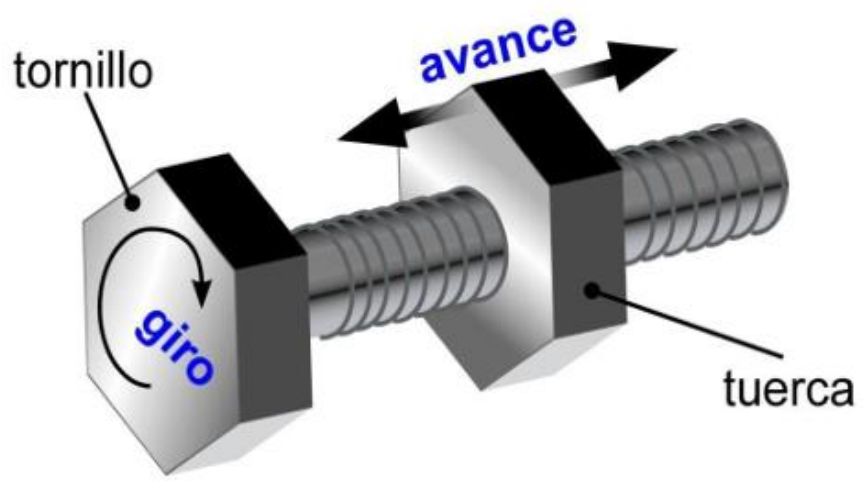
JUVINALL, Robert c.- *“FUNDAMENTOS DE DISEÑO PARA INGENIERÍA MECÁNICA”*.- Ed. LIMUSA.

(*) Fuente: H.A.Rothbart, *Mechanical Design and Systems Handbook*, 2ª. Ed. McGraw-Hill, Nueva York, 1985

INTRODUCCIÓN

El tornillo de rosca helicoidal es la base de :

- Los tornillos de potencia, que cambian de movimiento angular a movimiento lineal para transmitir potencia o desarrollar grandes fuerzas (prensas, gatos, etc.)
- De los sujetadores roscados, que son un elemento fundamental en las uniones no permanentes.

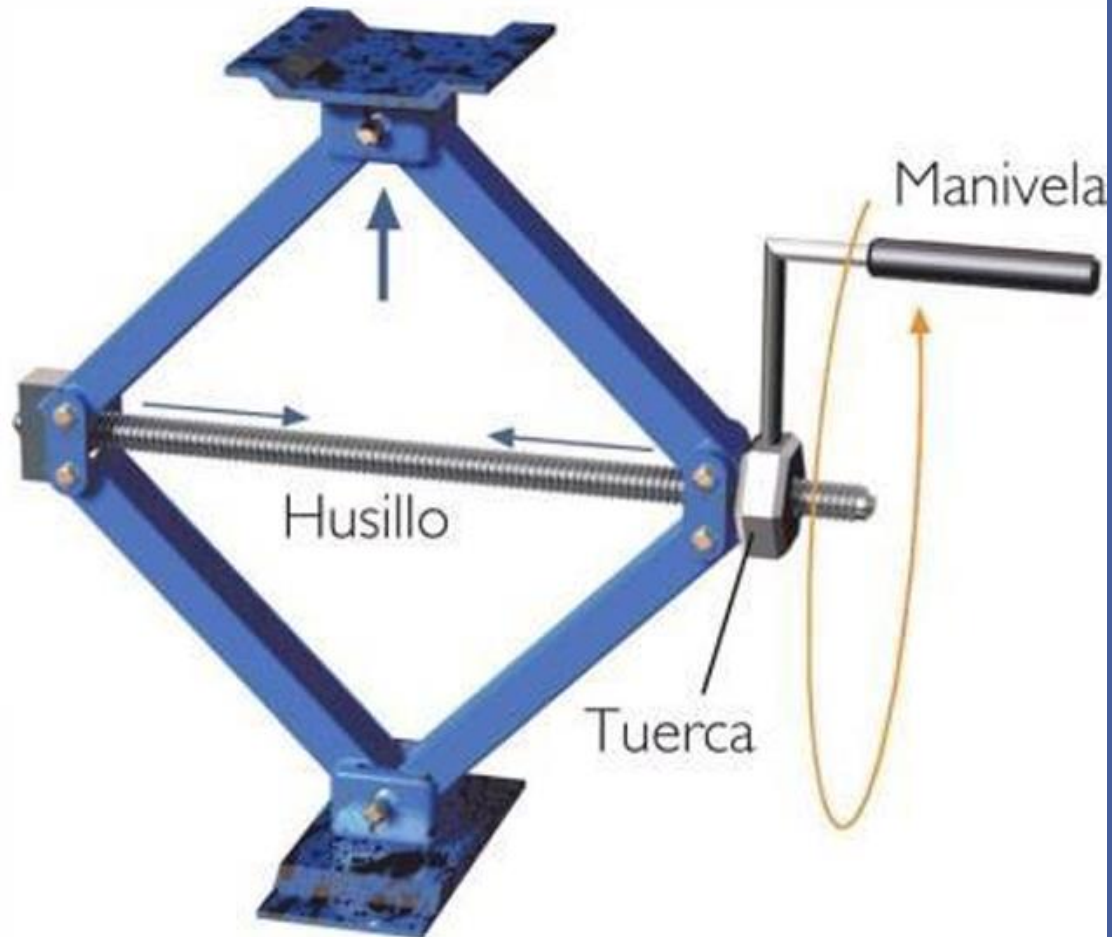
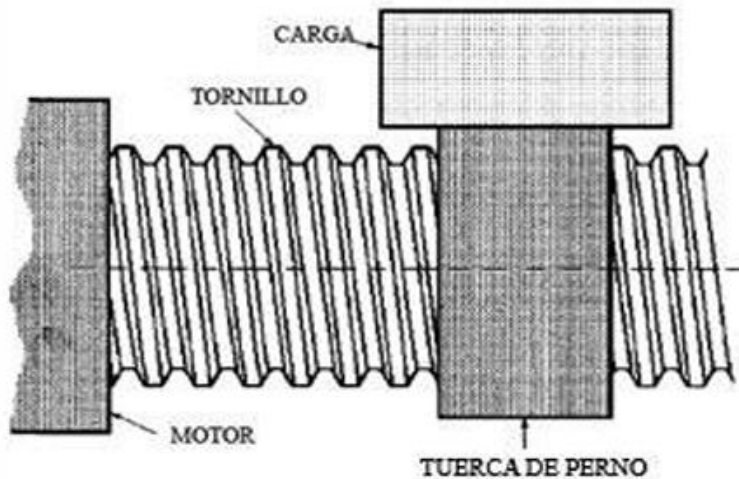


Transmisor de Movimiento

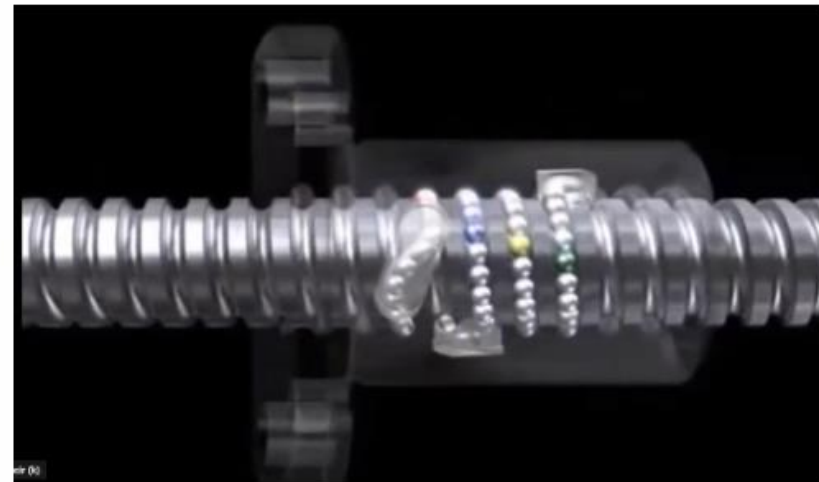
Movimiento
giratorio



Movimiento
longitudinal



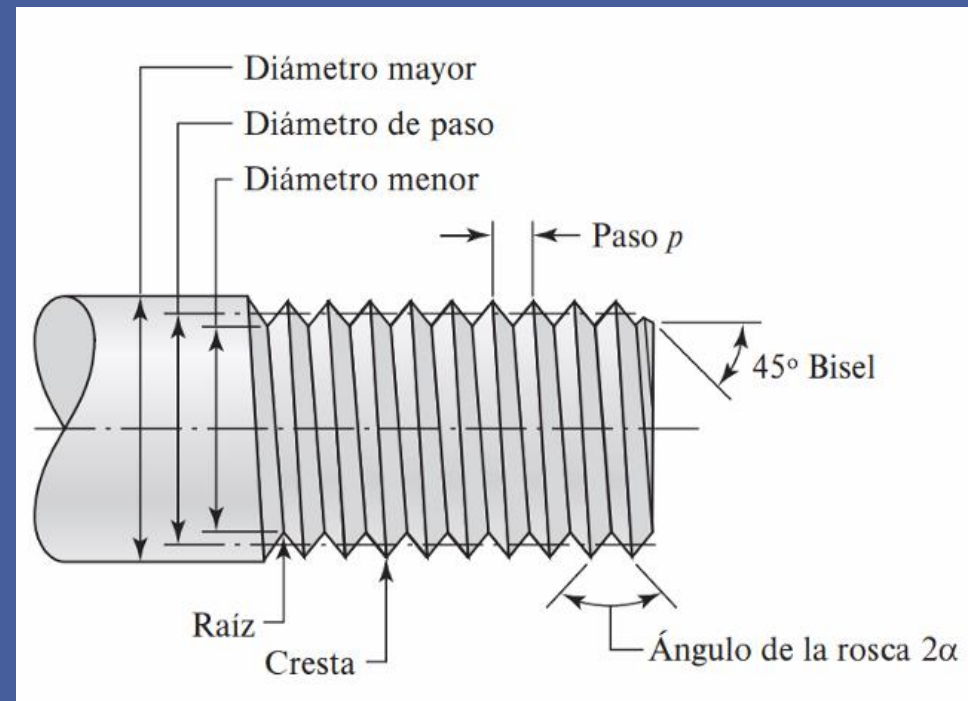
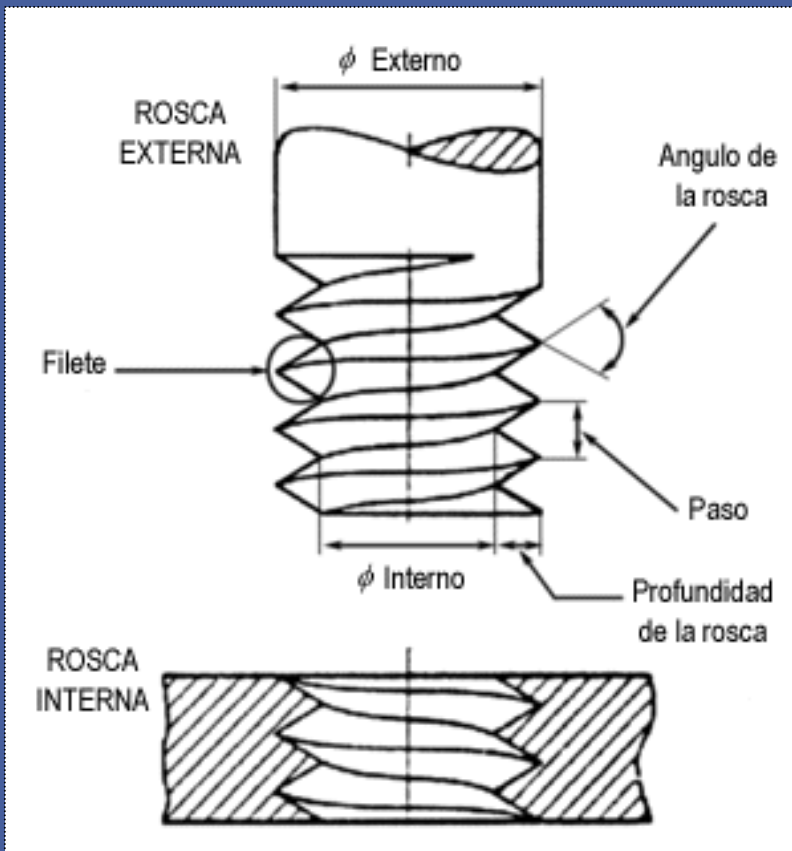
Tornillo como transmisor de movimiento



TORNILLOS

Los elementos roscados se usan extensamente en la fabricación de casi todos los diseños de ingeniería. Los tornillos suministran un método relativamente rápido y fácil para mantener unidas dos partes y para ejercer una fuerza que se pueda utilizar para ajustar partes móviles.

DEFINICIONES DE LA TERMINOLOGIA DE ROSCAS



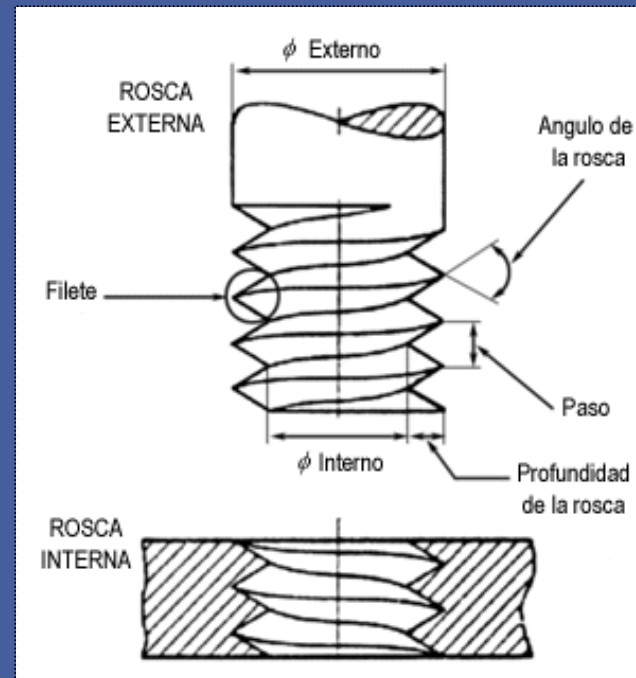
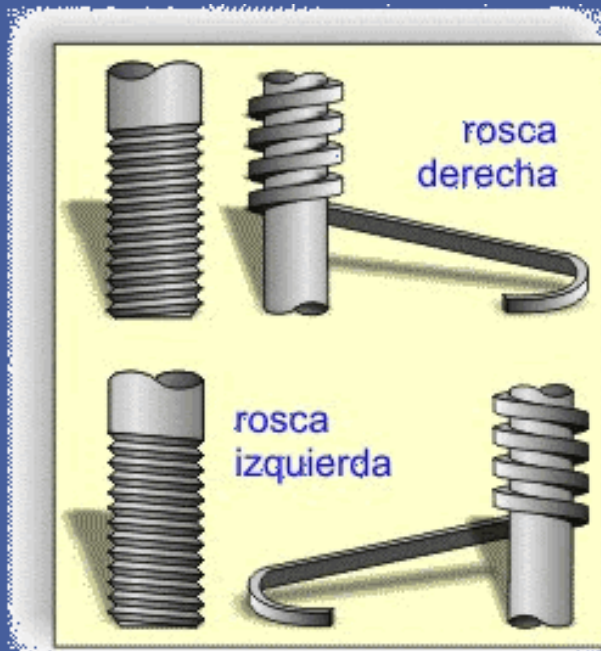
TORNILLOS

DEFINICIONES DE LA TERMINOLOGIA DE ROSCAS

Rosca: es un filete continuo de sección uniforme y arrollada como una hélice sobre la superficie exterior e interior de un cilindro

Rosca externa: es una rosca en la superficie externa de un cilindro.

Rosca Interna: es una rosca tallada en el interior de una pieza, tal como en una tuerca.



TORNILLOS

DEFINICIONES DE LA TERMINOLOGIA DE ROSCAS

Diámetro mayor: es el diámetro más grande de una rosca interna o externa.

Diámetro del núcleo: es el menor diámetro de una rosca interna o externa.

Diámetro medio: es el diámetro de un cilindro imaginario que pasa por los filetes en el punto en el cual el ancho de estos es igual al espacio entre los mismos.

Paso: es la distancia entre las crestas de dos filetes sucesivos. Es la distancia desde un punto sobre un filete hasta el punto correspondiente sobre el filete adyacente, medida paralelamente al eje.

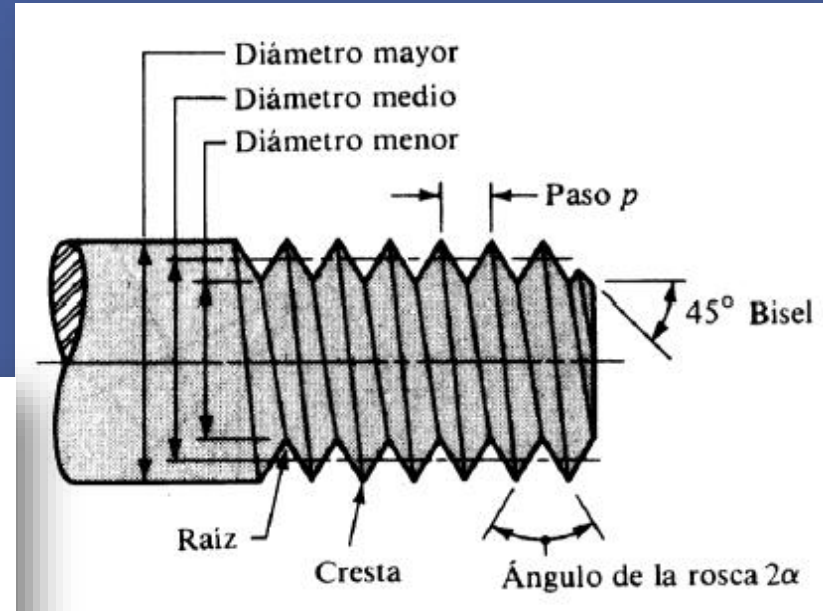
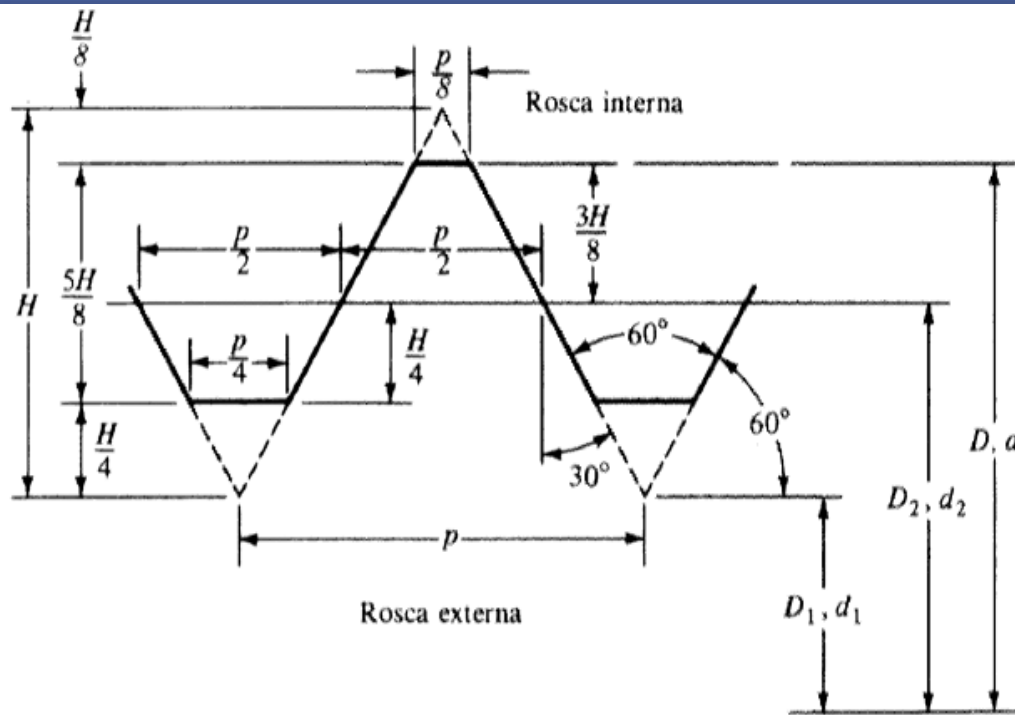
TORNILLOS

Característica de los tornillos de rosca unificada

d : diámetro mayor

d_1 d_r : diámetro menor

l : avance



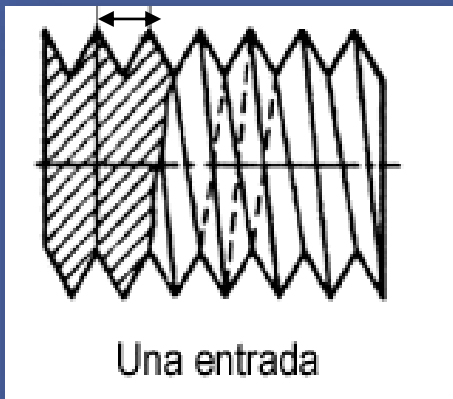
TORNILLOS

DEFINICIONES DE LA TERMINOLOGIA DE ROSCAS

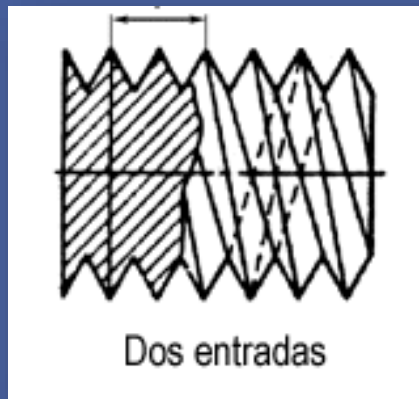
Avance: es la distancia que avanzaría el tornillo relativo a la tuerca en una rotación. Para un tornillo de rosca sencilla el avance es igual al paso, para uno de rosca doble, el avance es el doble del paso, y así sucesivamente.

El ángulo de la hélice o rosca (α): Esta relacionado en el avance y el diámetro medio (d_m)

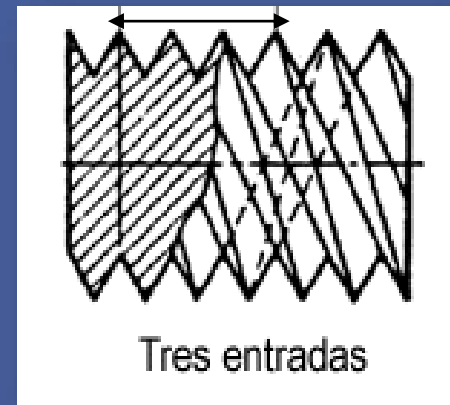
$$l=P$$



$$l=2P$$



$$l=3P$$



TORNILLOS

MECANICA DE LOS TORNILLOS DE FUERZA O POTENCIA

Propiedades:

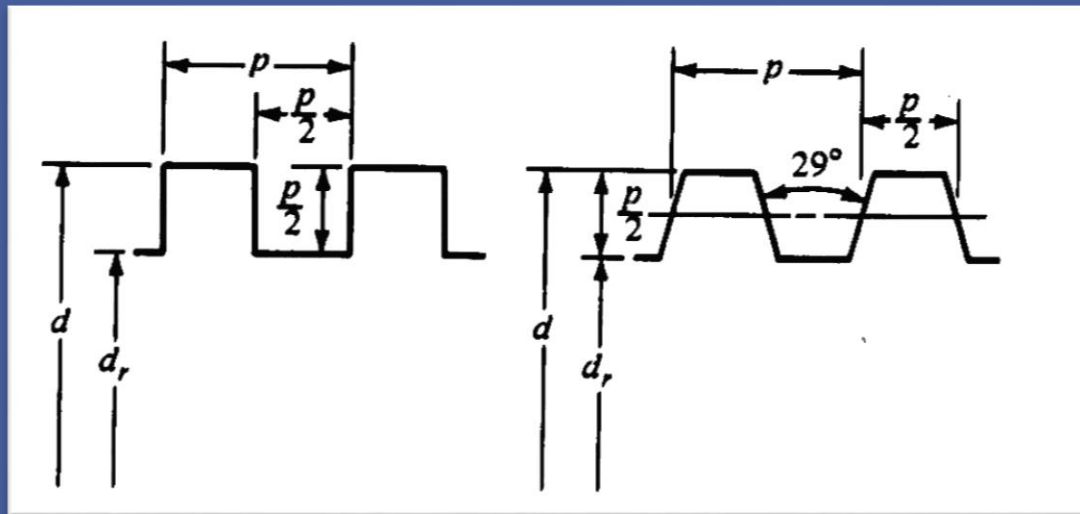
- Para obtener una **ventaja mecánica** mayor con objeto de levantar pesos, como es el caso de los gatos tipo tornillos de lo automóviles.
- Para ejercer **fuerzas de gran magnitud**, como en los compactadores caseros o en una prensa
- Para obtener un **posicionamiento preciso de un movimiento axial**, como en el tornillo de un micrómetro o en el tornillo de avance de un torno
- En cada una de estas aplicaciones se utiliza un par de torsión en los extremos de los tornillos por medio de conjuntos de engranajes, creando de esta forma una carga sobre el dispositivo.



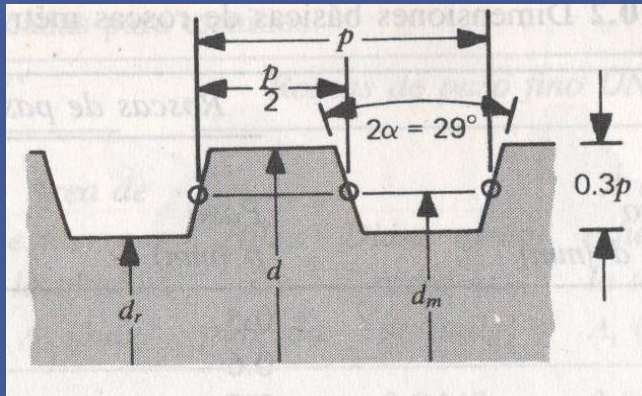
TORNILLOS

Formas de los filetes para tornillos de Potencia o de movimiento

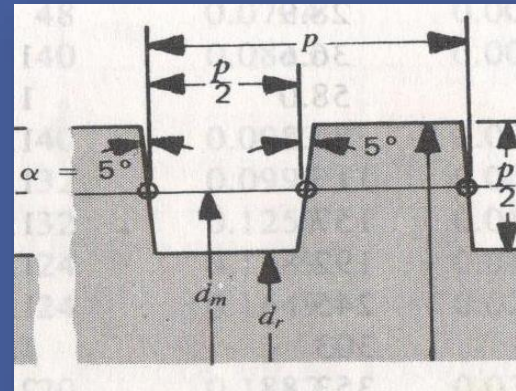
En el caso de los tornillos de fuerza o potencia, la rosca Acme no es tan eficiente como la rosca cuadrada debido al rozamiento extra ocasionado por la acción de cuña; pero suele preferírsela porque es mas fácil de maquinar a máquina y permite el empleo de una tuerca partida, que puede ajustarse para compensar el desgaste.



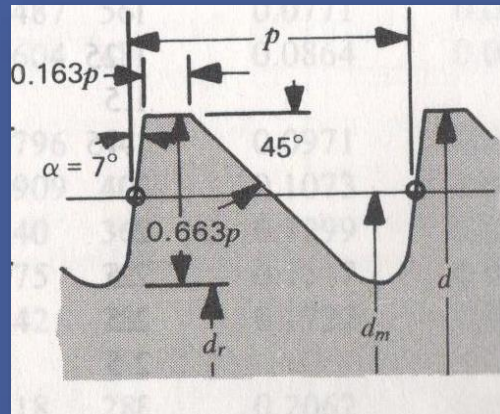
TORNILLOS



Acme corta



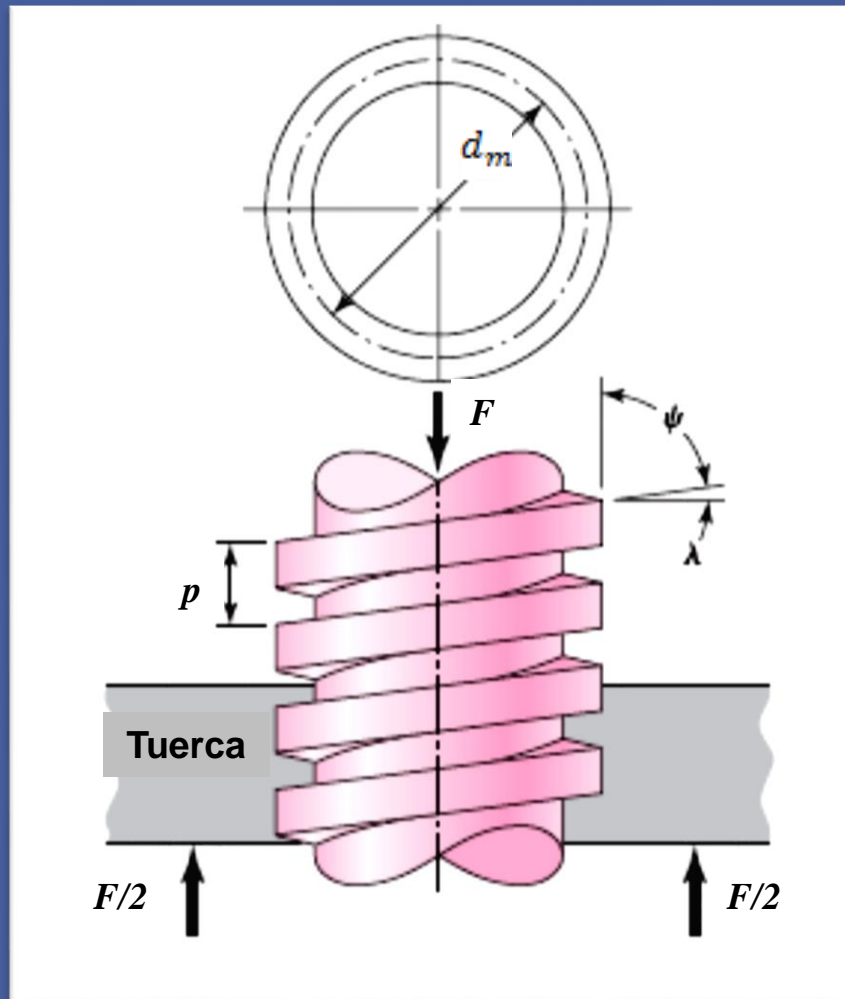
Con perfil cuadrado
modificado



Trapezoidal

TORNILLOS

Esquema de un tornillo de potencia



d_m : diámetro medio

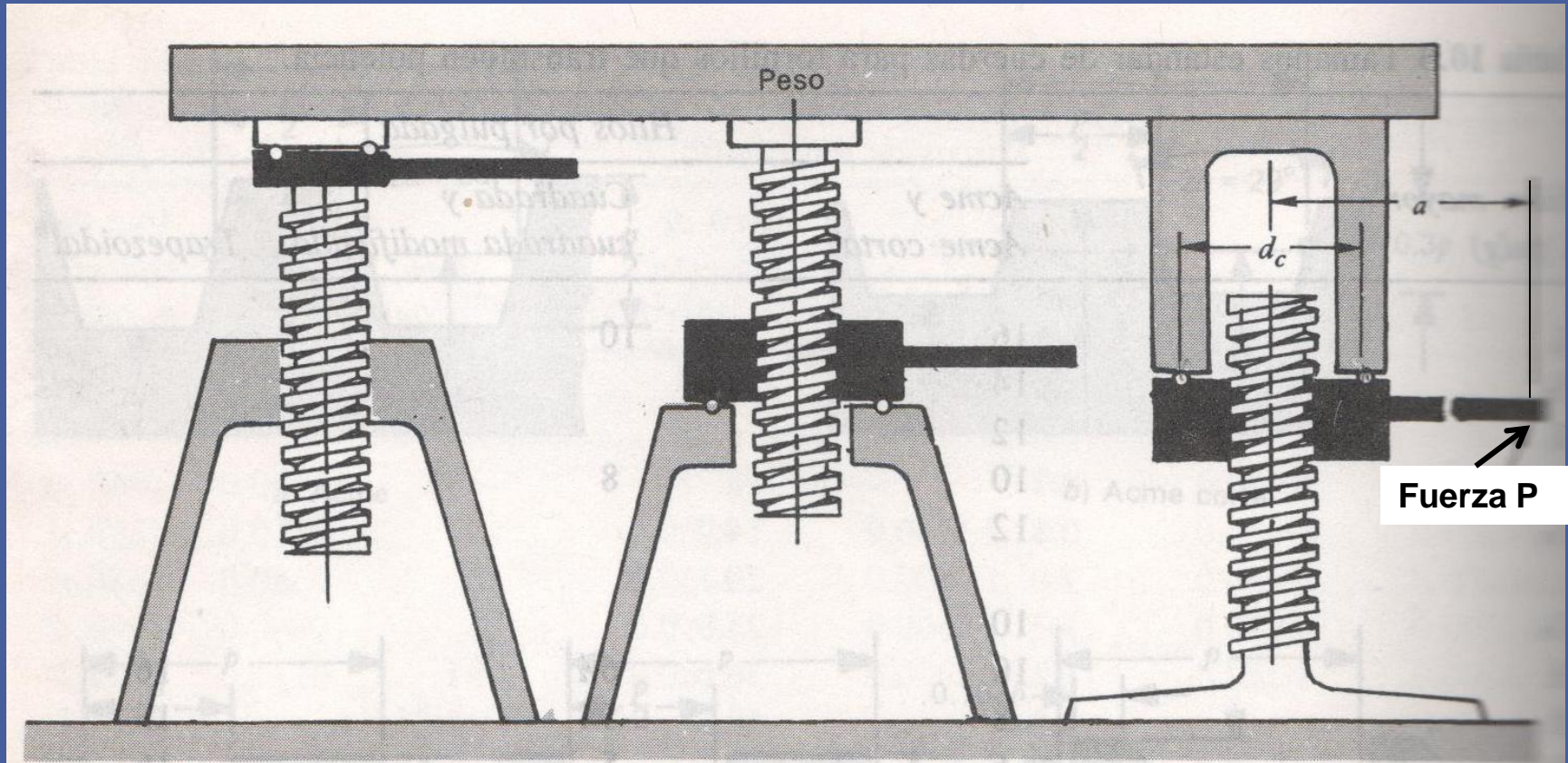
p : paso

λ : ángulo de avance

ψ : ángulo de hélice

TORNILLOS

Esquema de un tornillo de potencia

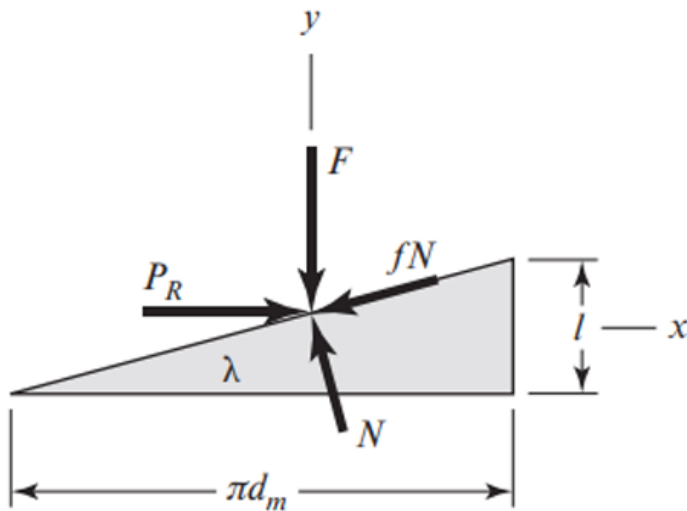


TORNILLOS

Análisis de las fuerzas intervinientes

Planteando las ecuaciones de equilibrio respecto a los ejes coordenados “x” e “y”

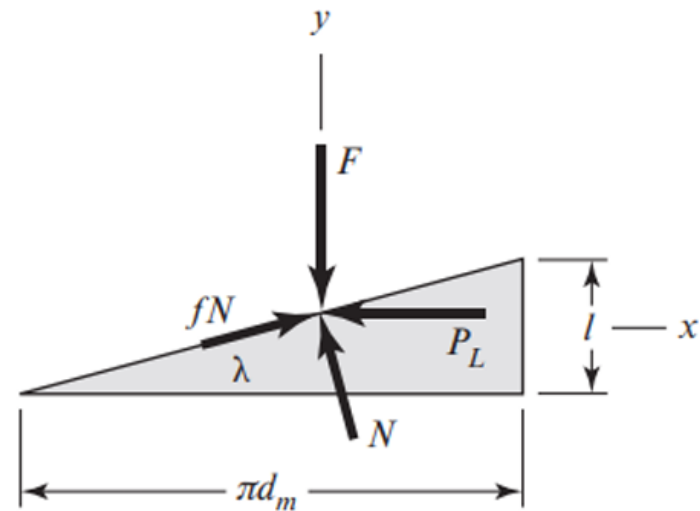
$$\sum F_x = 0$$



$$P_R = \frac{F(\operatorname{sen} \lambda + \mu \cos \lambda)}{\cos \lambda - \mu \operatorname{sen} \lambda}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$\mu = f$$



$$P_L = \frac{F(\mu \cos \lambda - \operatorname{sen} \lambda)}{\cos \lambda + \mu \operatorname{sen} \lambda}$$

TORNILLOS

Análisis de las fuerzas intervinientes

Momento necesario para elevar o descender la carga:

$$\text{si } \tan \lambda = \frac{l}{\pi d_m}$$

$$T = P \frac{d_m}{2}$$

$$T_R = \frac{F d_m}{2} \left(\frac{l + \pi \mu d_m}{\pi d_m - l \mu} \right)$$

Para elevar la carga

$$T_L = \frac{F d_m}{2} \left(\frac{\pi \mu d_m - l}{\pi d_m + l \mu} \right)$$

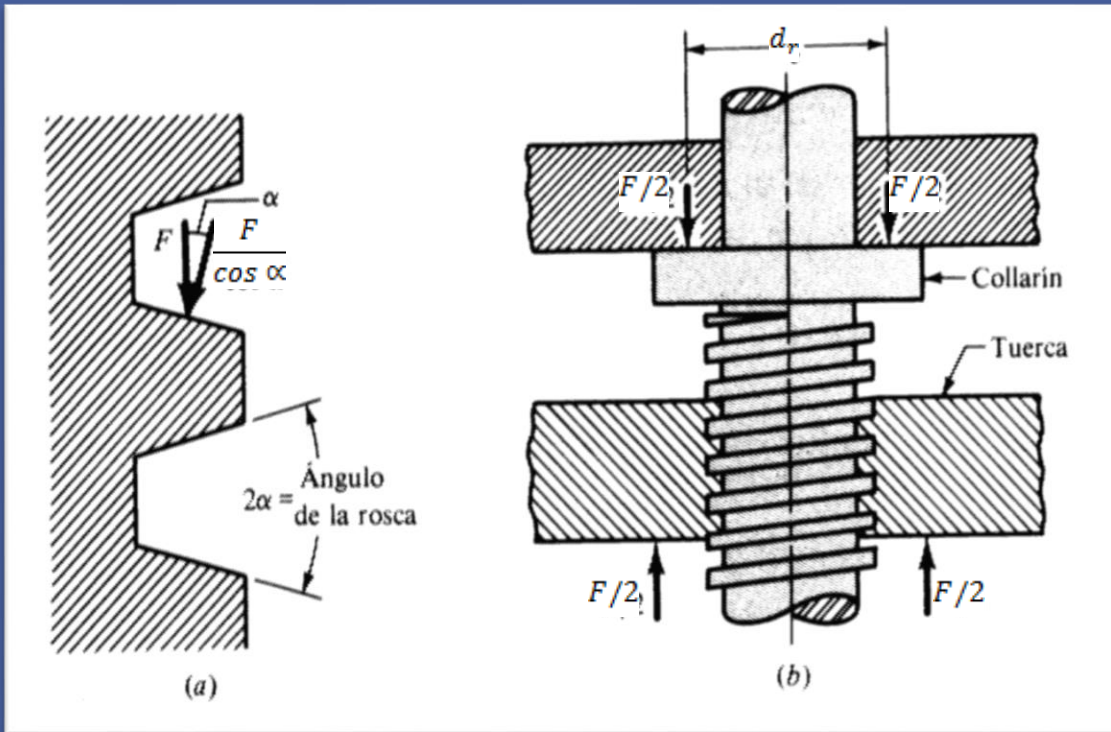
Para bajar la carga

si $\pi \mu d_m > l$ es autoasegurante

TORNILLOS

Eficiencia “e” de un tornillo de movimiento

Para ello se compara el par T que debemos aplicar con el par de rozamiento nulo.



$$T = \frac{Fd_m}{2} \left(\frac{l + \pi\mu d_m \sec \alpha}{\pi d_m - l\mu \sec \alpha} \right)$$

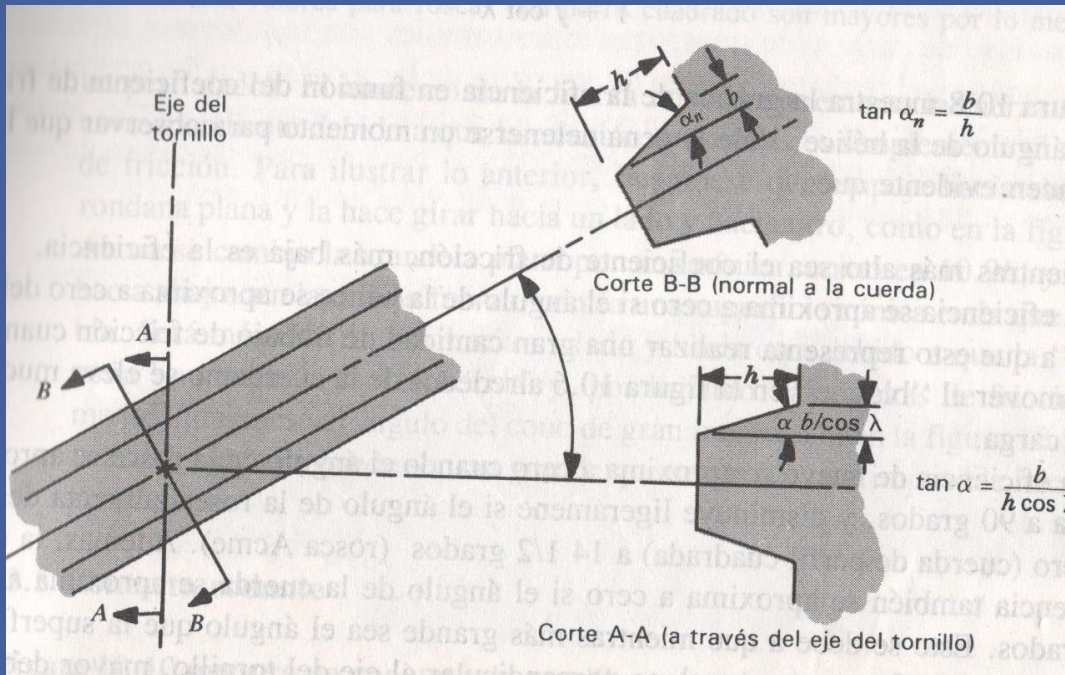
$$T_0 = \frac{Fl}{2\pi}$$

$$e = \frac{T_0}{T} = \frac{Fl}{2\pi T}$$

TORNILLOS

Eficiencia “e” de un tornillo de movimiento

Para ello se compara el par T que debemos aplicar con el par de rozamiento nulo.



$$T_0 = \frac{Fl}{2\pi}$$

$$e = \frac{T_0}{T} = \frac{Fl}{2\pi T}$$

$$T = \frac{Fd_m}{2} \left(\frac{l + \pi \mu d_m \sec \alpha}{\pi d_m - l \mu \sec \alpha} \right)$$

TORNILLOS

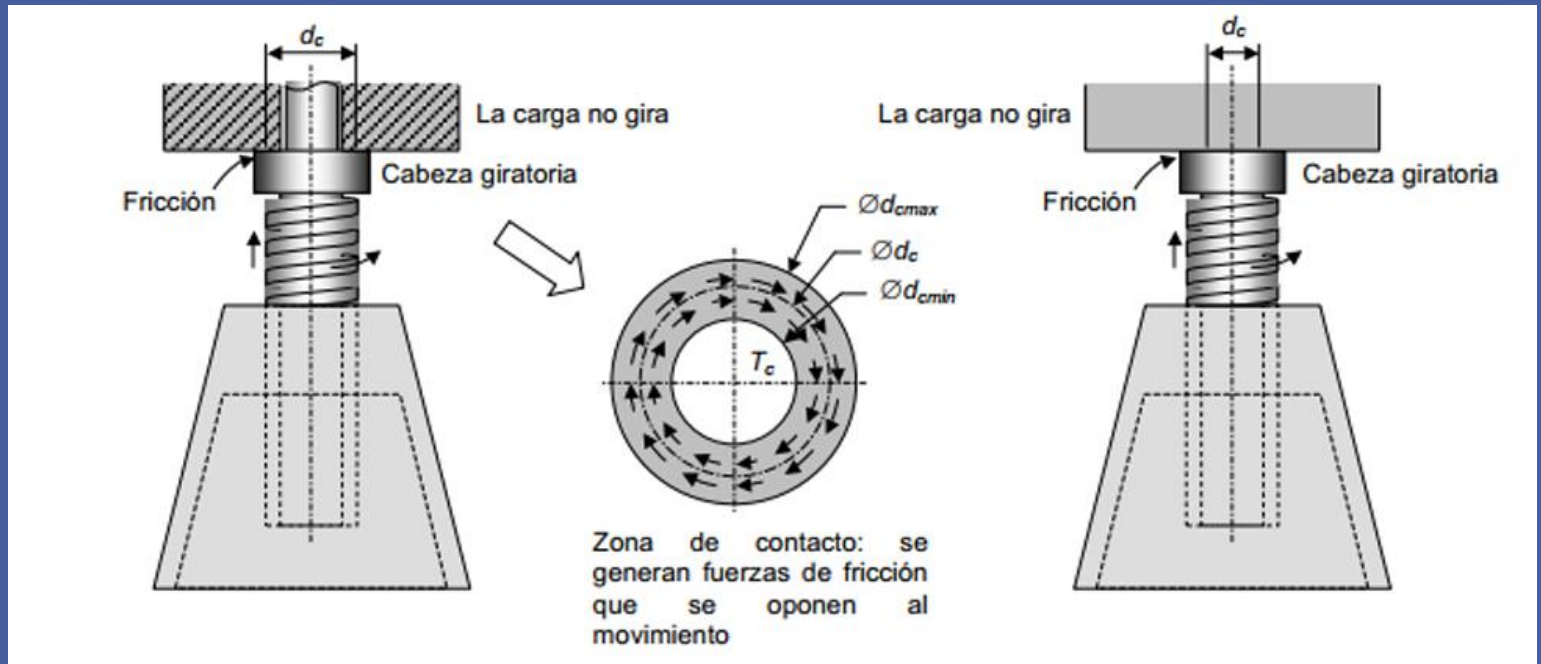
Efecto del collarín

$$T = \frac{Fd_m}{2} \left(\frac{l + \pi\mu d_m}{\pi d_m - l\mu} \right) + \frac{F\mu_c d_c}{2}$$

μ = coeficiente entre tornillo y tuerca

μ_c = coeficiente de roce en el collarin

d_c = diámetro del collarín



Esfuerzo en el cuerpo del tornillo

*Esfuerzo axial debido a la carga F:

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{4F}{\pi d_r^2}$$

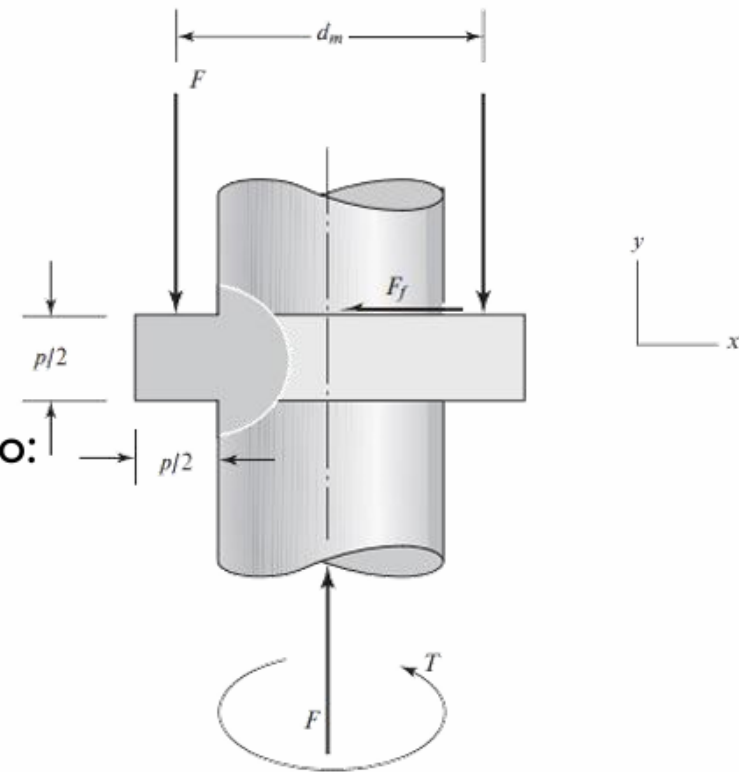
*Por Pandeo verificar que tipo de columna es :

Columna larga : Euler

Columna corta: J.B. Johnson

*Esfuerzo cortante en torsión en el cuerpo del tornillo:

$$\tau = \frac{16T}{\pi d_r^3}$$



Esfuerzos en la rosca

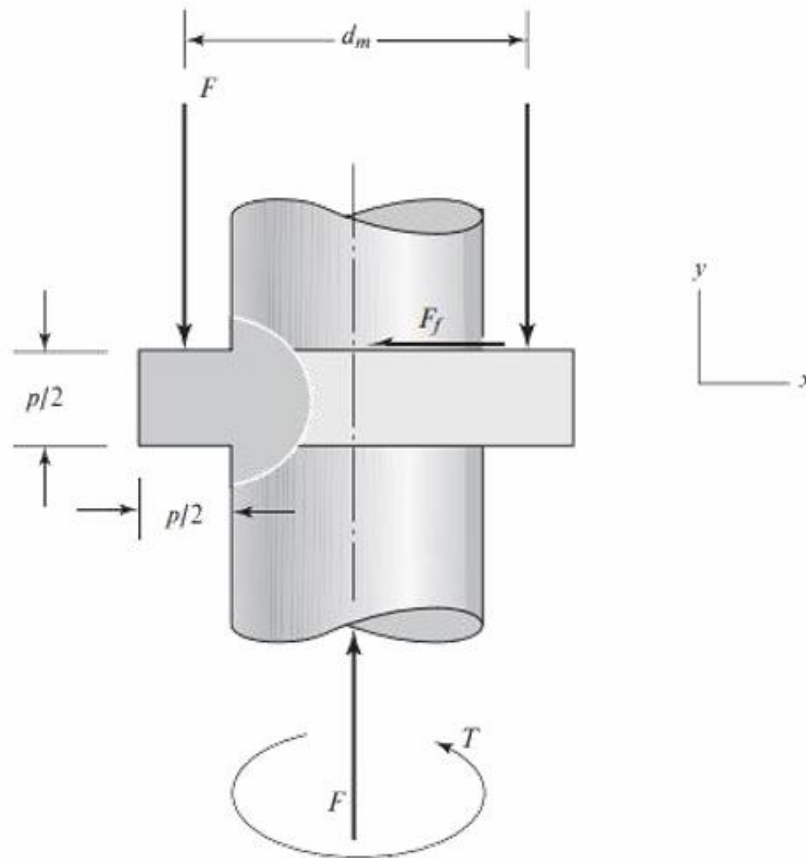
Esfuerzo de Apoyo

$$\sigma_B = \frac{2F}{\pi d_m n_t p}$$

n_t : número de hilos (o roscas) en contacto

$p/2$: altura del filete

d_m : diámetro medio



Esfuerzos en la rosca

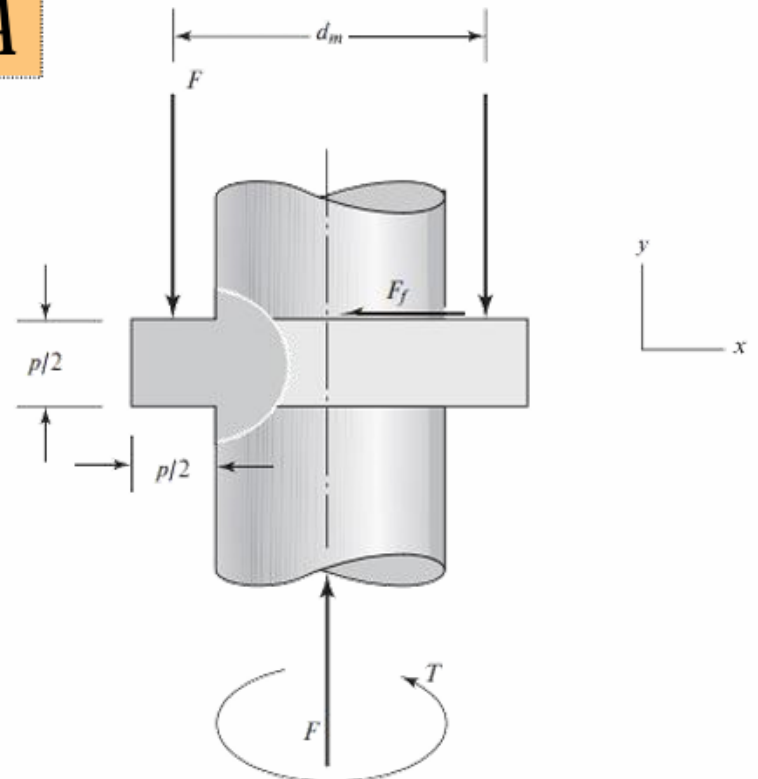
Esfuerzo flexionante en la raiz de la rosca(x):

$$\sigma_b = \frac{6F}{\pi d_r n_t p}$$

Esfuerzo cortante transversal:

$$\tau = \frac{3V}{2A}$$

$$\tau = \frac{3F}{\pi d_r n_t p}$$



Presión de contacto

(*) Presión de apoyo del tornillo p_b

Material del tornillo	Material de la tuerca	p_b seguro, psi	
Acero	Bronce	2500 - 3500	Baja velocidad
Acero	Bronce	1600 - 2500	10 pies/min
	Hierro fundido	1800 - 2500	8 pies/min
Acero	Bronce	800 - 1400	20 – 40 pies/min
	Hierro fundido	600 - 1000	20 – 40 pies/min
Acero	Bronce	150 - 240	50 pies/min

TORNILLOS

(*) Coeficientes de fricción f de pares roscados

Material del tornillo	Material de la tuerca			
	Acero	Bronce	Latón	Hierro fundido
Acero, seco	0.15 – 0.25	0.15 – 0.23	0.15 – 0.19	0.15 – 0.25
Acero, aceite para máquina	0.11 – 0.17	0.10 – 0.16	0.10 – 0.15	0.11 – 0.17
Bronce	0.08 - 0.12	0.04 – 0.06	----	0.06 – 0.09

(*) Coeficientes de fricción del collarín de empuje

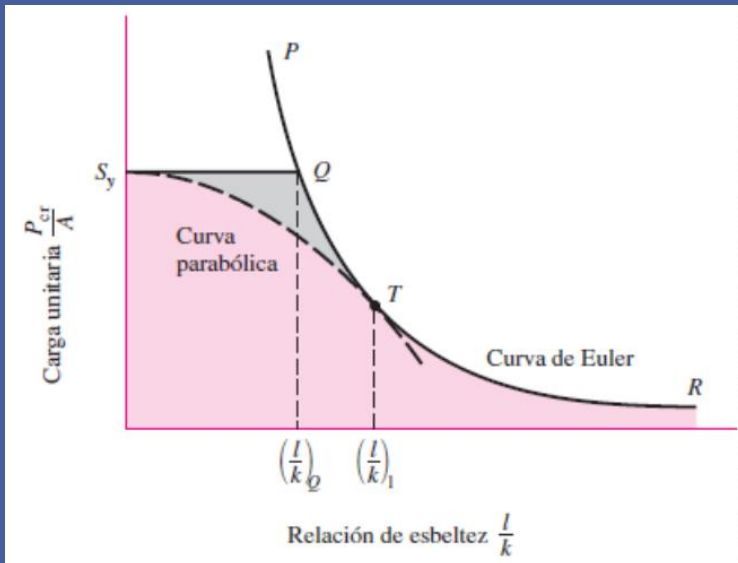
Combinación	En operación	Arranque
Acero suave sobre hierro fundido	0.12	0.17
Acero duro sobre hierro fundido	0.09	0.15
Acero suave sobre bronce	0.08	0.10
Acero duro sobre bronce	0.06	0.08

En el caso de cargas de compresión, generalmente hay que realizar el estudio del comportamiento del tornillo como columna y verificar el pandeo.

Por Pandeo verificar que tipo de columna es :

Columna larga : Euler

Columna corta: J.B. Johnson



	Articulada articulada	Articulada fija	Fija fija	Fija libre
Condiciones terminales para columnas	<p>$l = l_e$</p>	<p>$l_e = 0.7l$</p>	<p>$l_e = 0.5l$</p>	<p>$l_e = 2l$</p>