



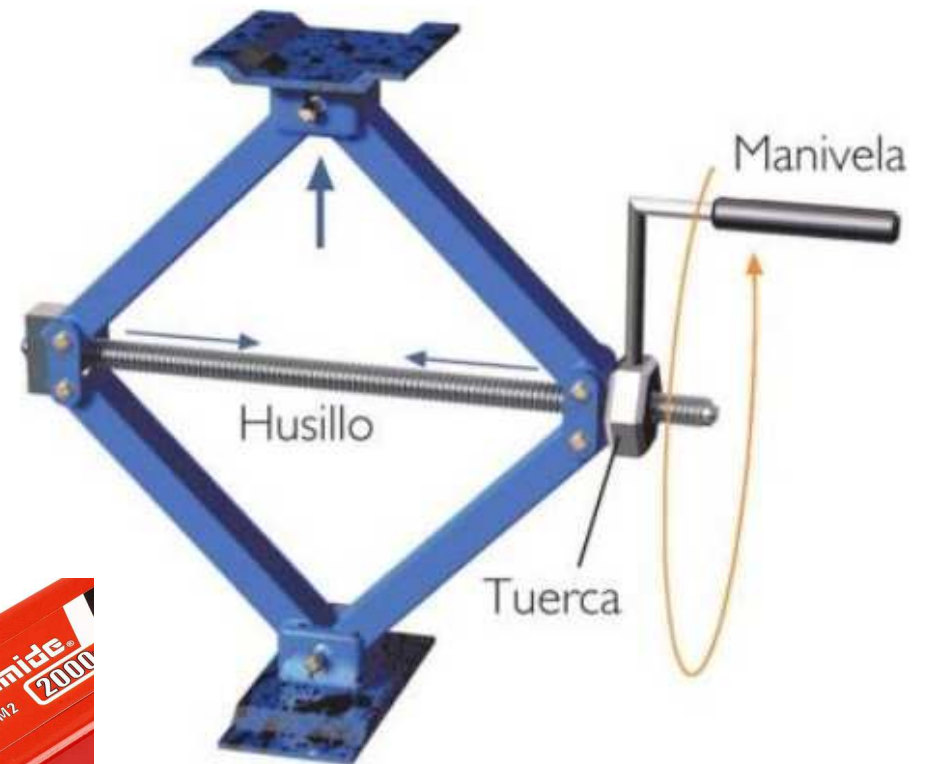
MECANISMOS Y ELEMENTOS DE MÁQUINAS

- Ingeniería . Mecatrónica
- Año lectivo 2025
- Plan 2021

Tornillos de Potencia

Tornillos de Potencia

Los tornillos de Potencia son dispositivos usados en maquinas para transformar movimiento de rotación en movimiento lineal y usualmente para transmitir potencia.



MECANICA DE LOS TORNILLOS DE FUERZA O POTENCIA

Los tornillos de potencia se usan:

- Para obtener una ventaja mecánica mayor con objeto de levantar pesos, como es el caso de los gatos tipo tornillos de los 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

Tornillos de Potencia

Aplicaciones



Sargento



Morsa

Tornillos de Potencia

Aplicaciones

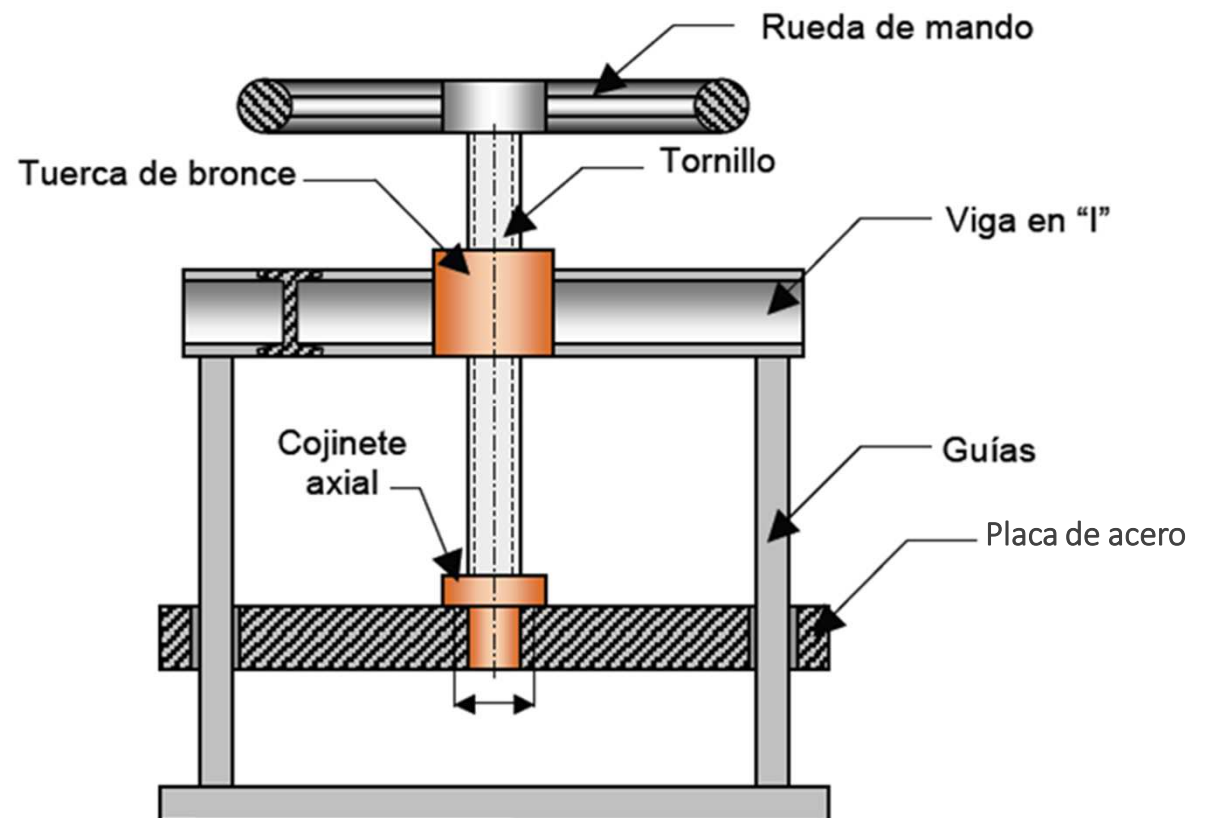
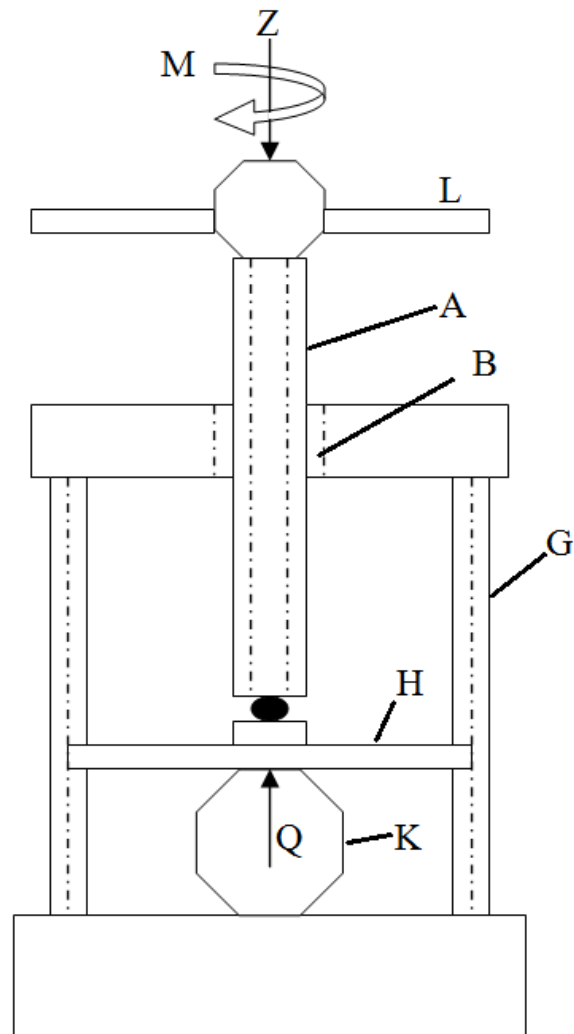


Válvulas de Compuerta



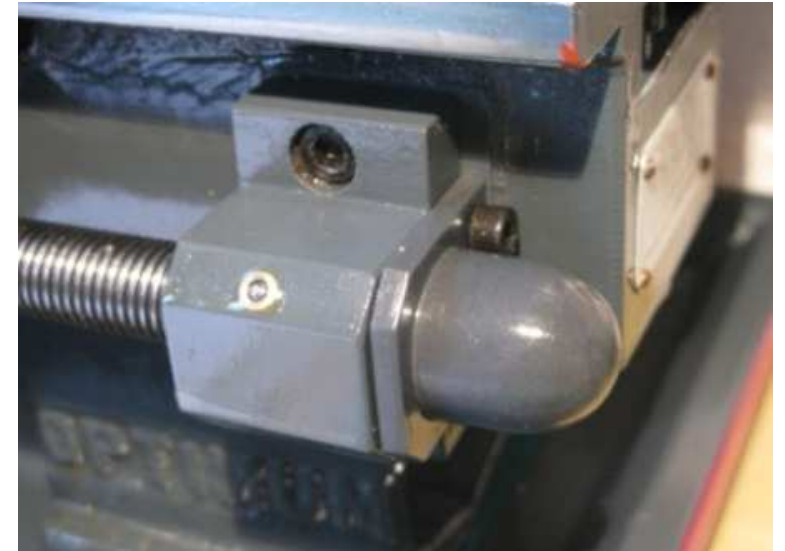
Compuertas de canales o diques

Tornillos de Potencia



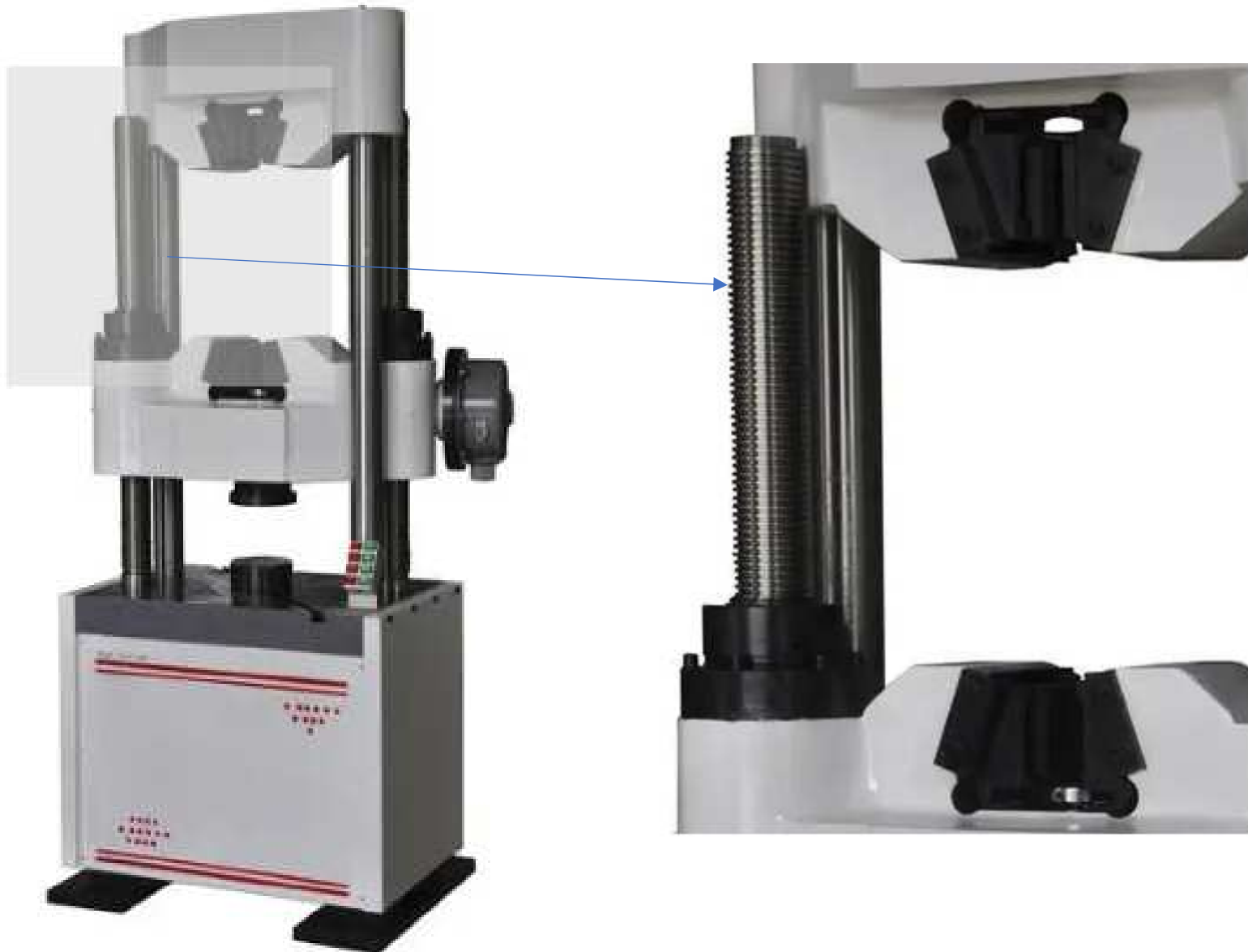
Tornillos de Potencia

Aplicaciones



Tornillos de avance de máquinas herramienta

Tornillos de Potencia

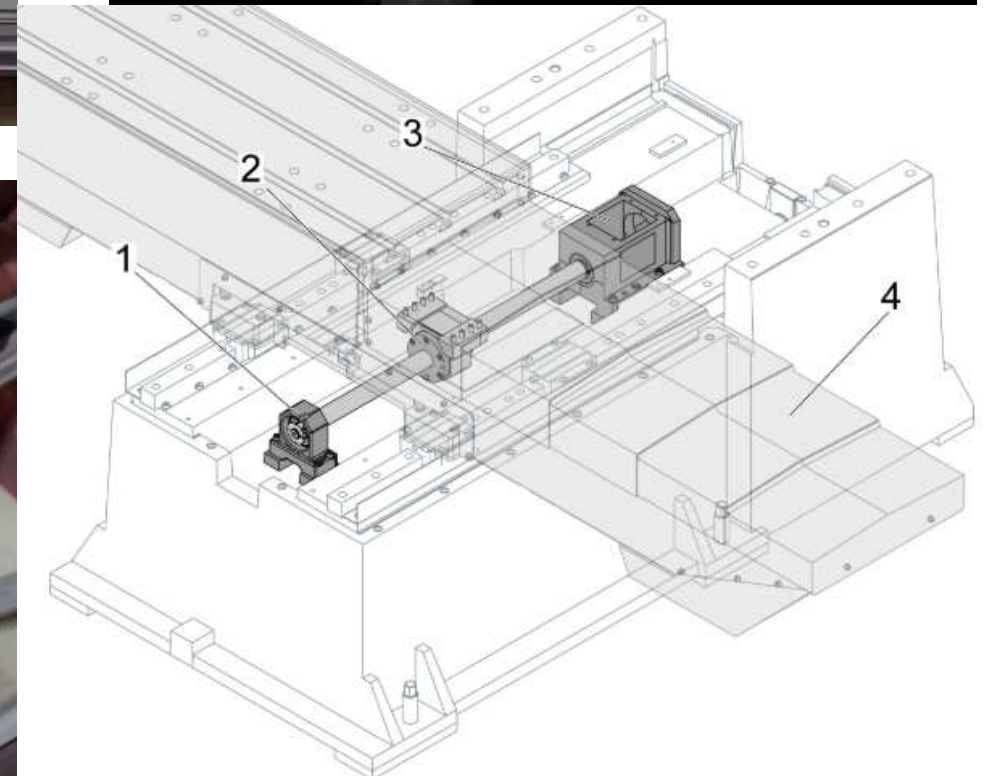
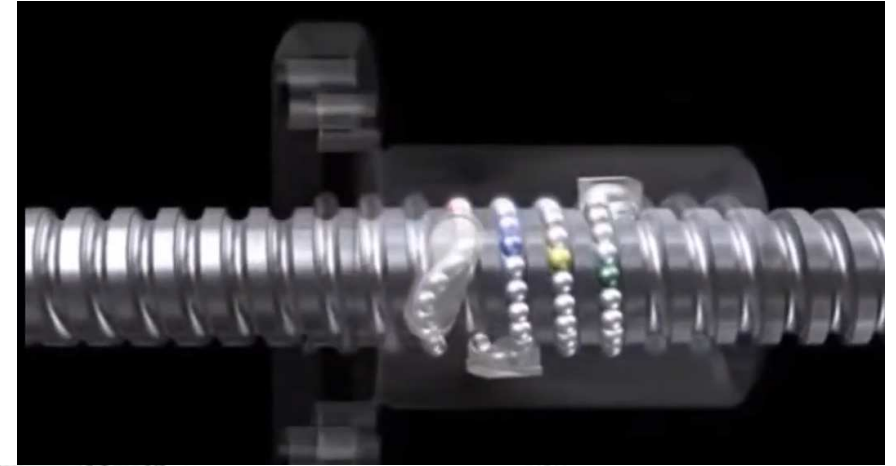


Tornillos de avance de máquinas herramienta

Tornillos de Potencia

Tornillos de avance de máquinas herramienta

Tornillos de bolas recirculantes



Tornillos de Potencia



Formas de los filetes para tornillos de Potencia o de movimiento

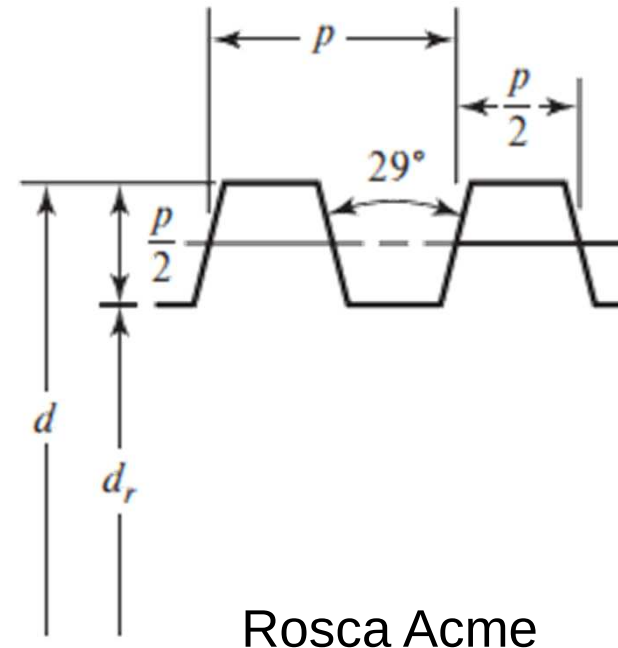
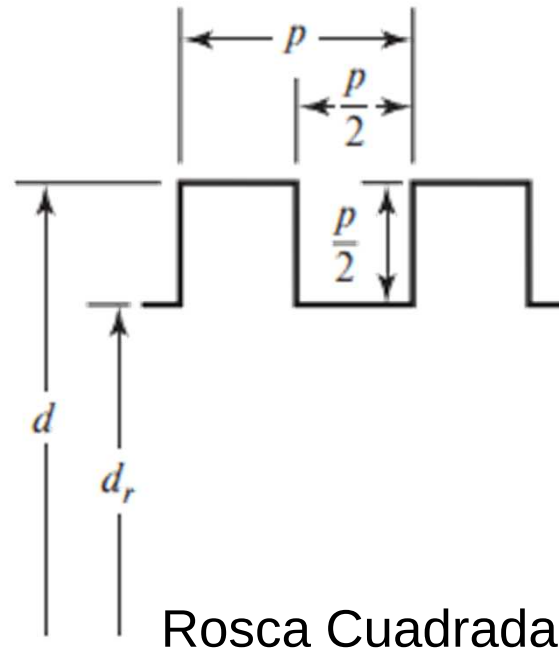
Debido a las elevadas cargas que deben transmitir, las roscas de los tornillos de potencia no presentan el mismo perfil que las roscas empleadas en tornillos de unión.

- Rosca Cuadrada
- Rosca Acme
- Rosca trapezoidal

Tornillos de Potencia

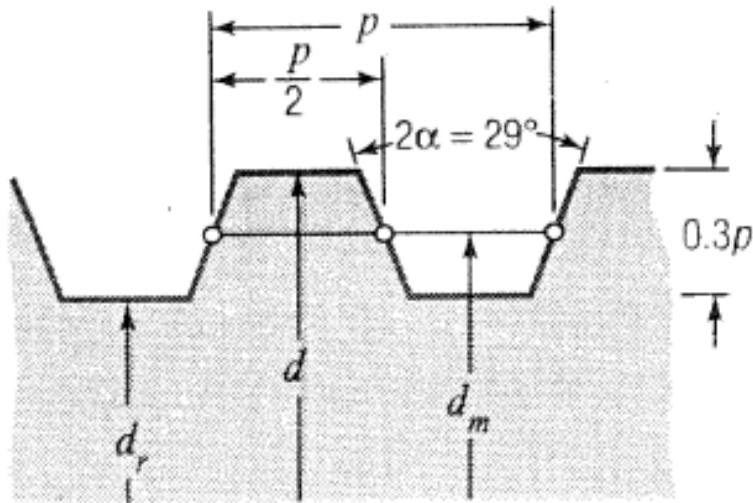
Formas de los filetes para tornillos de Potencia o de movimiento

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.

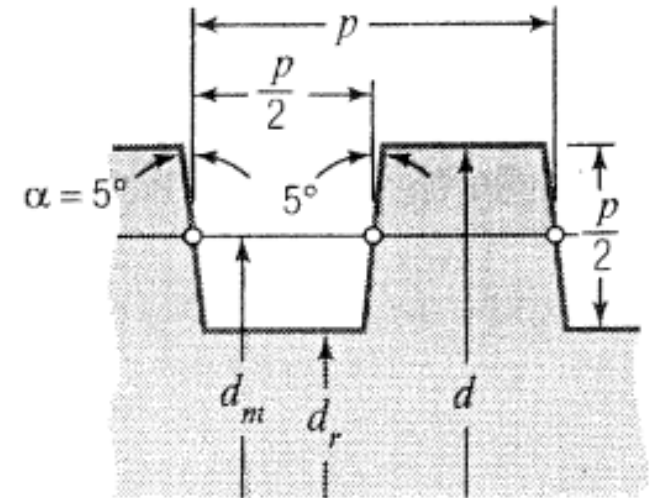


Tornillos de Potencia

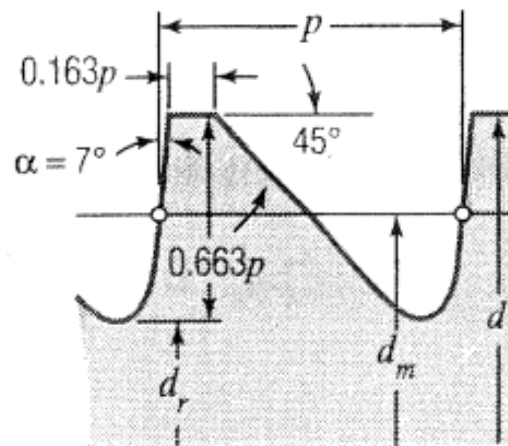
Formas de los filetes para tornillos de Potencia o de movimiento



Acme corta



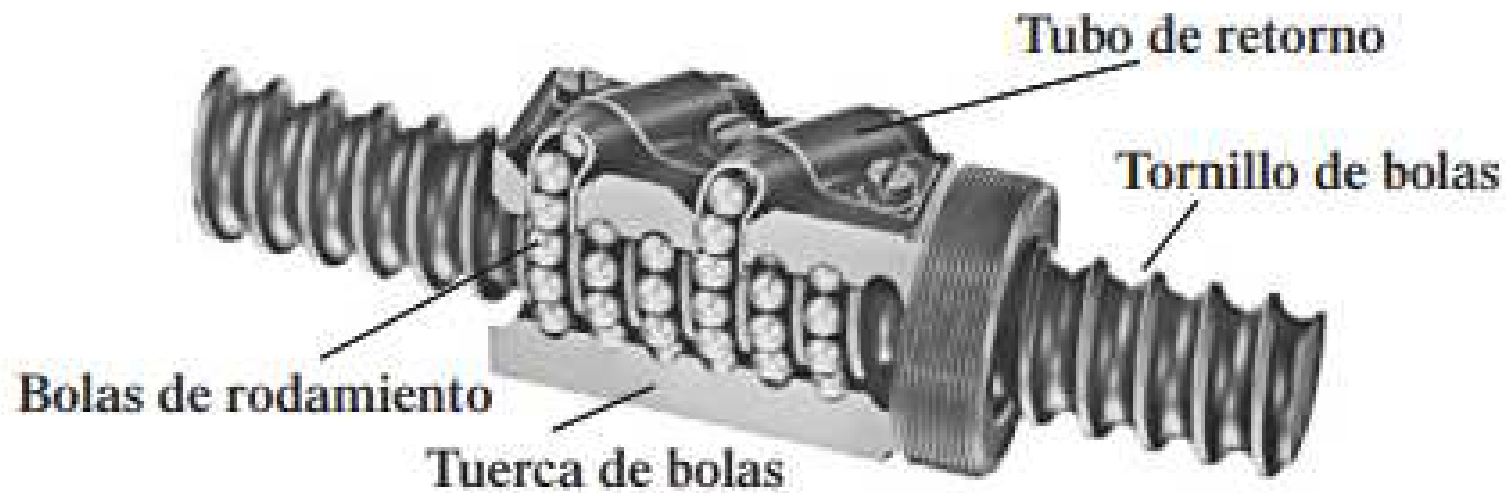
Con perfil cuadrado
modificado



Trapezoidal o Diente de Sierra

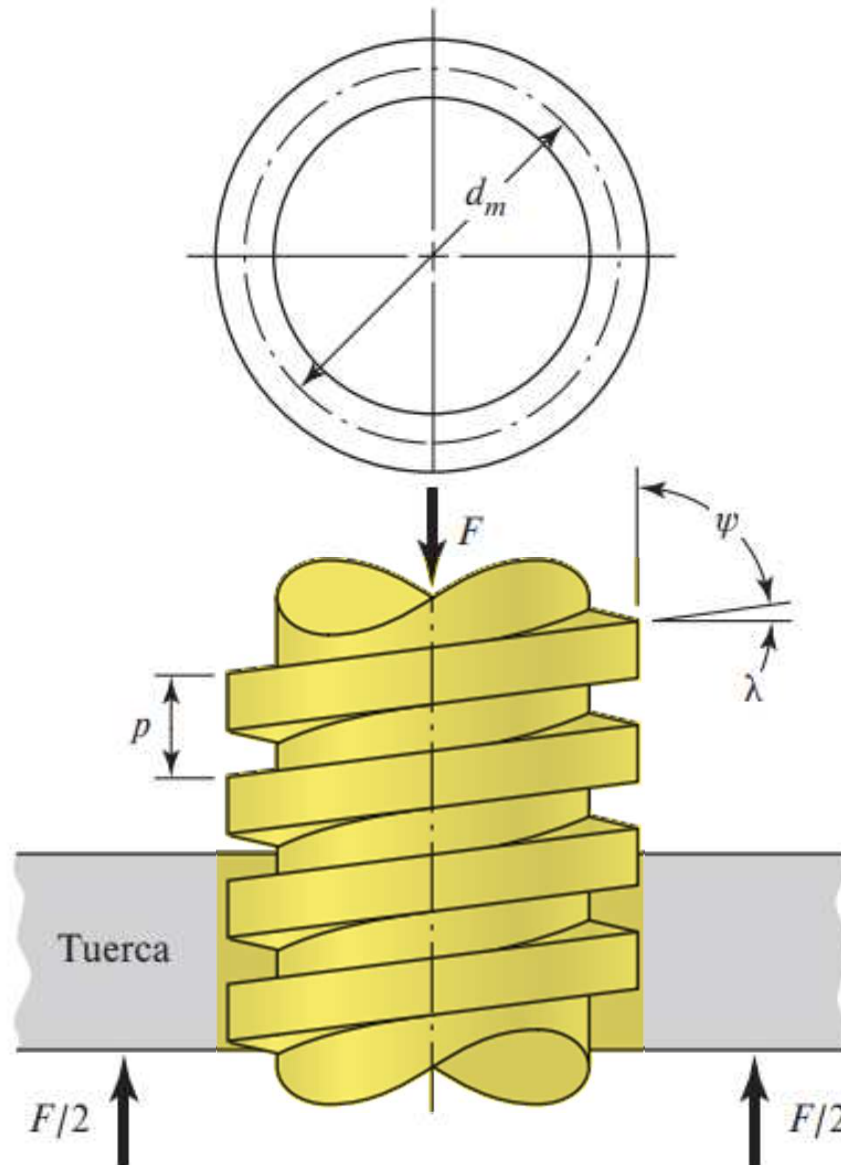
Tornillos de Potencia

Formas de los filetes para tornillos de Potencia o de movimiento



Tornillos de Potencia

Esquema de un tornillo de potencia



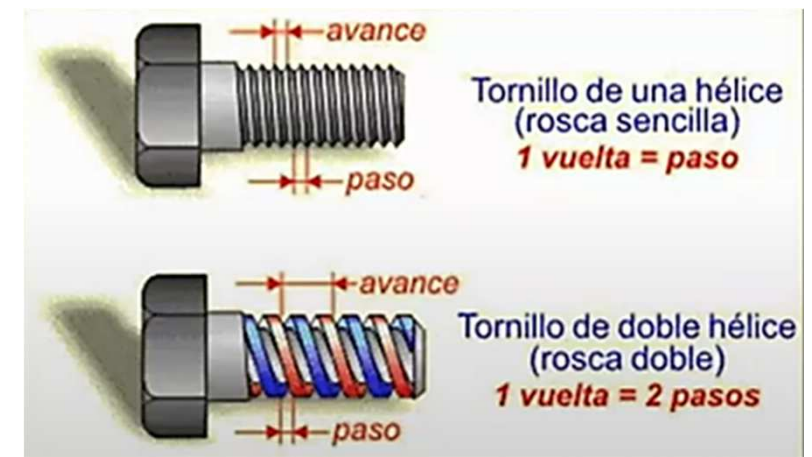
Fuente: Richard G. Budynas y J. Keith Nisbett.- “DISEÑO EN INGENIERÍA MECÁNICA DE SHIGLEY”- Ed. Mc-Graw hill. Décima edición

d_m : diámetro medio

p : paso

λ : ángulo de avance

ψ : ángulo de hélice

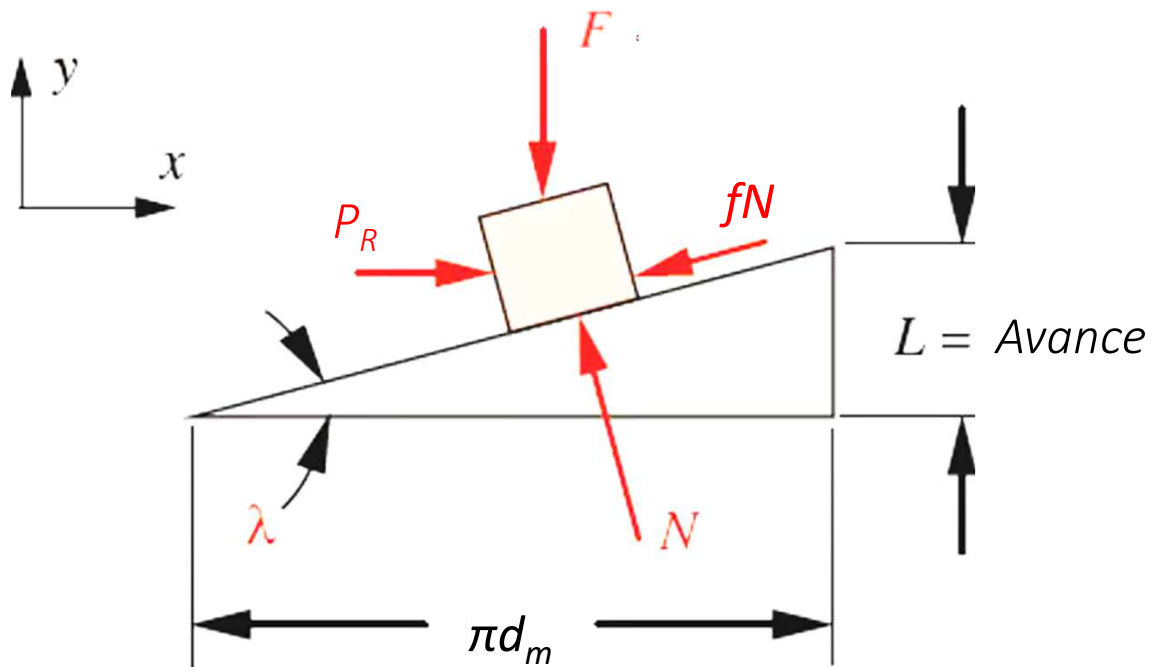


Tornillos de Potencia

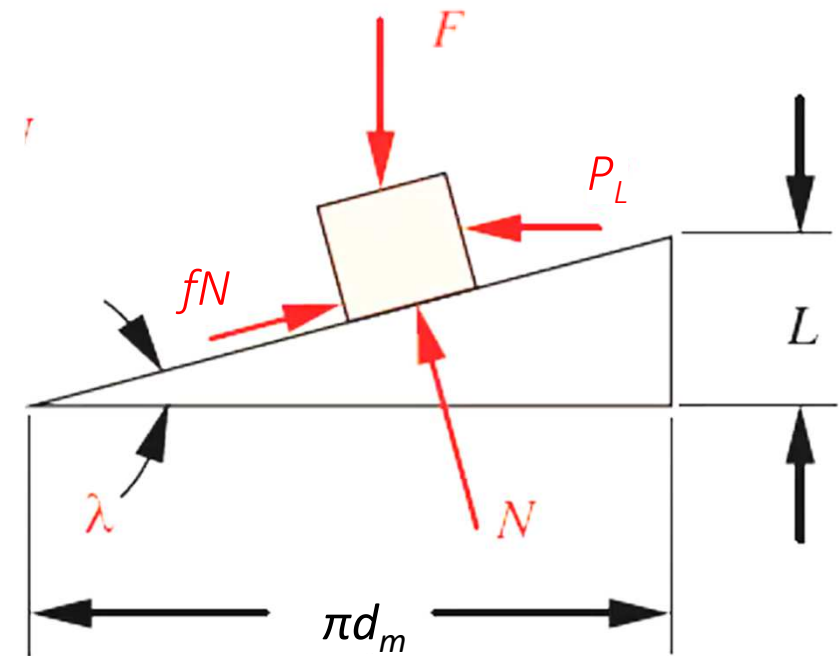
Análisis de las fuerzas intervinientes- Rosca Cuadrada

- Diagrama de cuerpo Libre

$$\mu = f$$



Elevar la carga

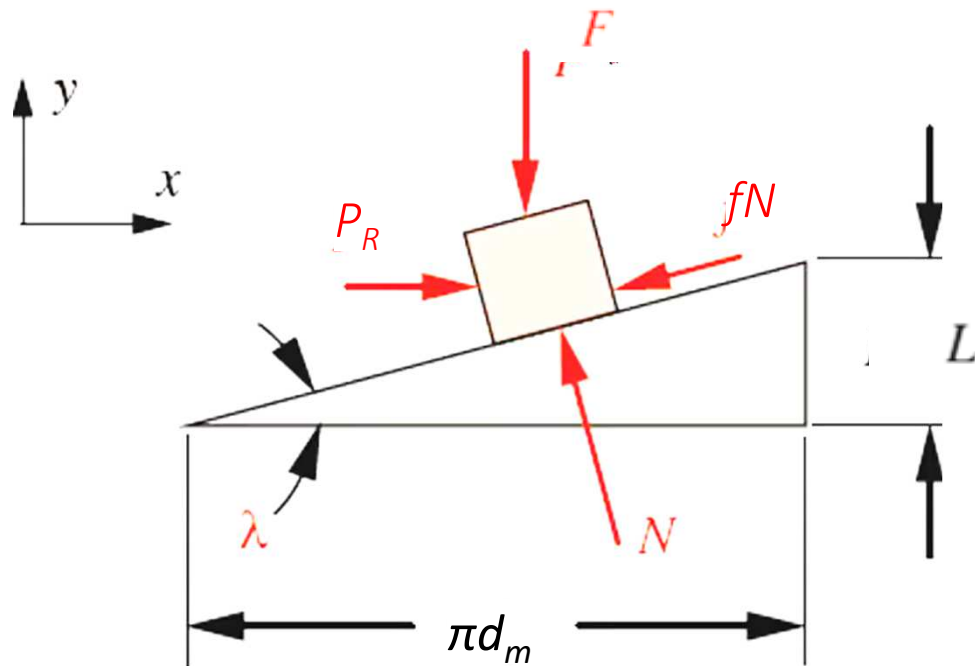


Bajar la carga

Tornillos de Potencia

Análisis de las fuerzas intervinientes- Rosca Cuadrada

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



Elevar la carga

$$\sum F_x = 0$$

$$\sum F_y = 0$$

$$\sum F_x = P_R - N \sen \lambda - f N \cos \lambda = 0$$

$$P_R = F(\sen \lambda + f \cos \lambda)$$

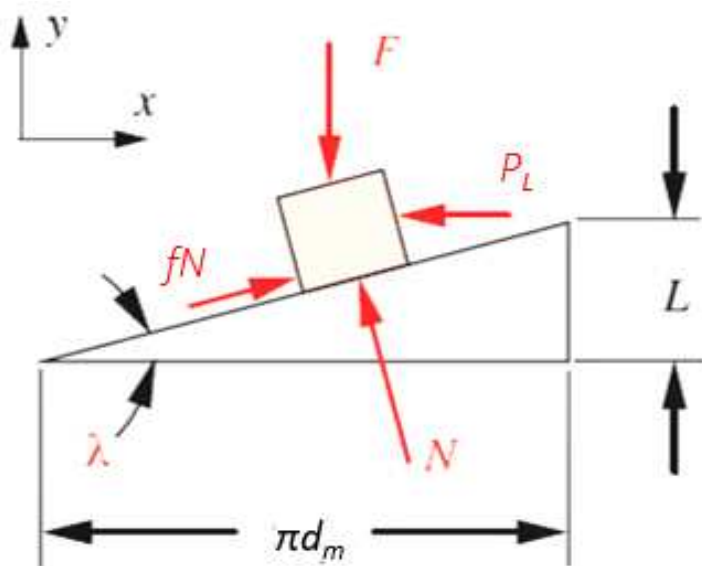
$$\sum F_y = - F - f N \sen \lambda + N \cos \lambda = 0$$

$$N = \frac{F}{\cos \lambda - f \sen \lambda}$$

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

Análisis de las fuerzas intervinientes- Rosca Cuadrada

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



$$P_L = \frac{F(f \cos \lambda - \text{sen } \lambda)}{\cos \lambda + f \text{ sen } \lambda}$$

Bajar la carga

Tornillos de Potencia



Análisis de las fuerzas intervinientes- Rosca Cuadrada

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

Elevar la carga

$$P_R = \frac{F(\sin \lambda + f \cos \lambda)}{\cos \lambda - f \sin \lambda}$$

$$P_R = \frac{F[(l/\pi d_m) + f]}{1 - (fl/\pi d_m)}$$

Bajar la carga

$$P_L = \frac{F(f \cos \lambda - \sin \lambda)}{\cos \lambda + f \sin \lambda}$$

$$P_L = \frac{F[f - (l/\pi d_m)]}{1 + (fl/\pi d_m)}$$

Análisis de las fuerzas intervinientes

- Momento necesario para elevar o descender la carga:

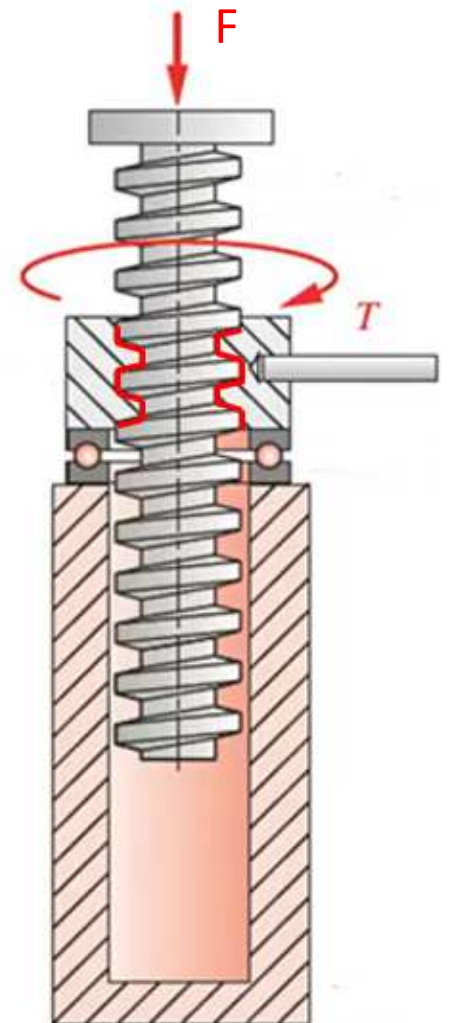
$$T = P \frac{d_m}{2}$$

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

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



Tornillos de Potencia

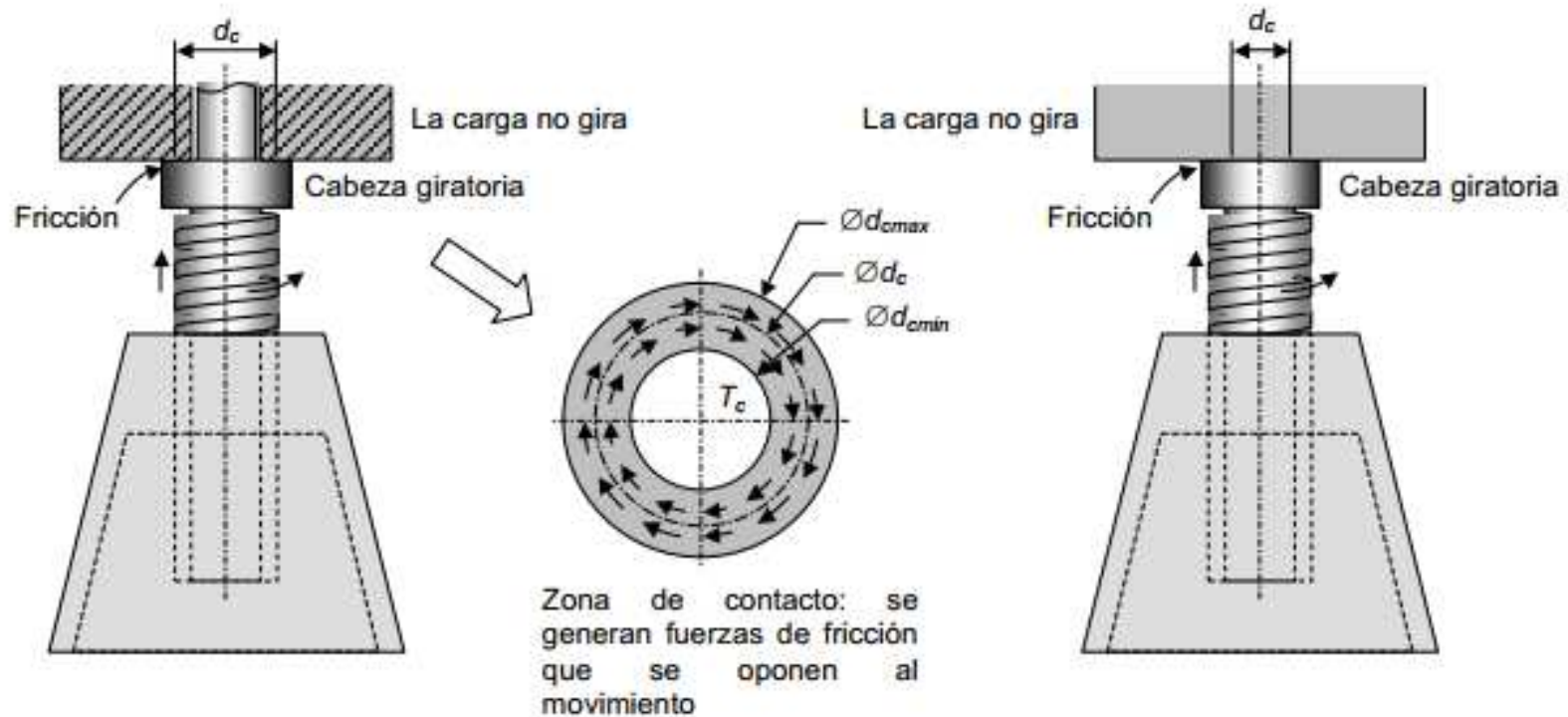
Efecto del collarín

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

μ = coeficiente entre tornillo y tuerca

μ_c = coeficiente de roce en el collarin

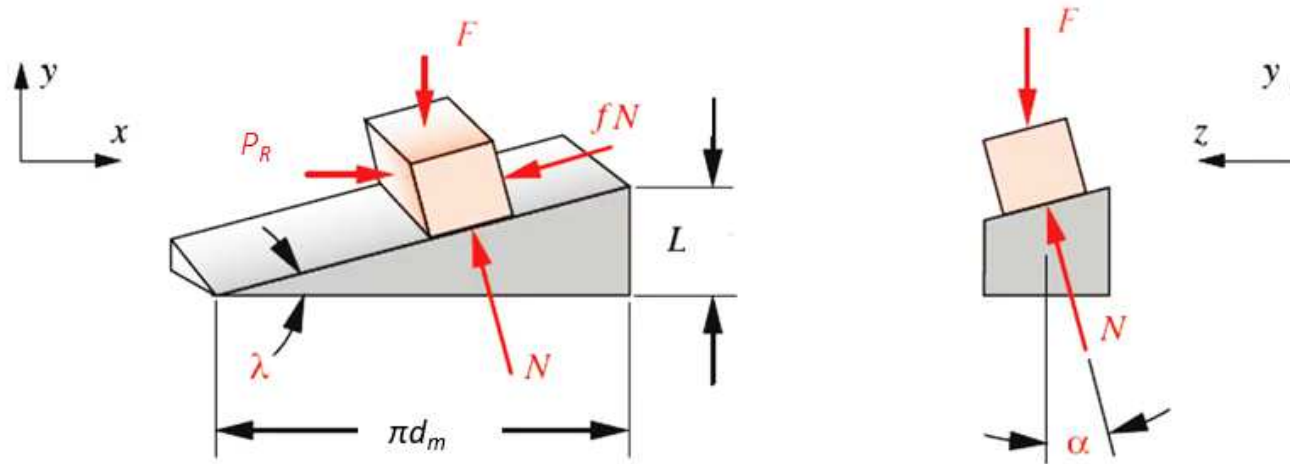
d_c = diámetro del collarín



Cuando un tornillo se carga axialmente, debe emplearse un cojinete de empuje o de collarín entre los elementos estacionario y rotatorio, a fin de soportar la componente axial

Tornillos de Potencia

Análisis de las fuerzas intervinientes- Rosca ACME



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

Tornillos de Potencia

Condición de Autobloqueo



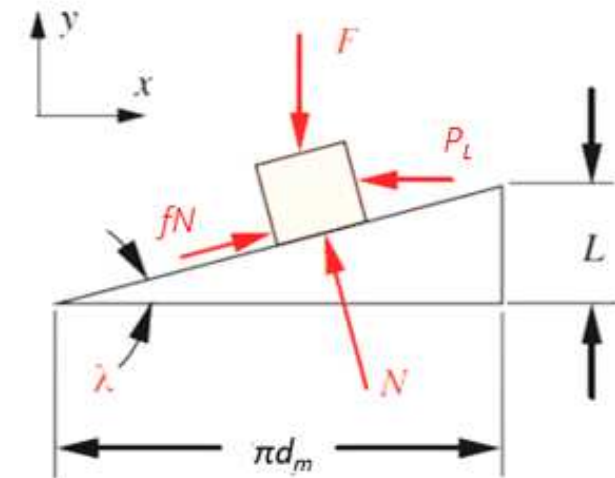
El tornillo autoblocante necesita de torque positivo para bajar la carga.

Tornillos de Potencia

Condición de Autobloqueo

El par de torsión necesario para bajar la carga

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



La condición para el autobloqueo es

$$\pi f d_m > l$$

El autobloqueo se presenta cuando el coeficiente de fricción de la rosca es igual o mayor que la tangente del ángulo de avance de la rosca

$$f > \tan \lambda$$

Tornillos de Potencia

Eficiencia “e” de un tornillo de movimiento

- La eficiencia es .

$$e = \frac{T_0}{T_R} = \frac{W_{Salida}}{W_{entrada}}$$

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

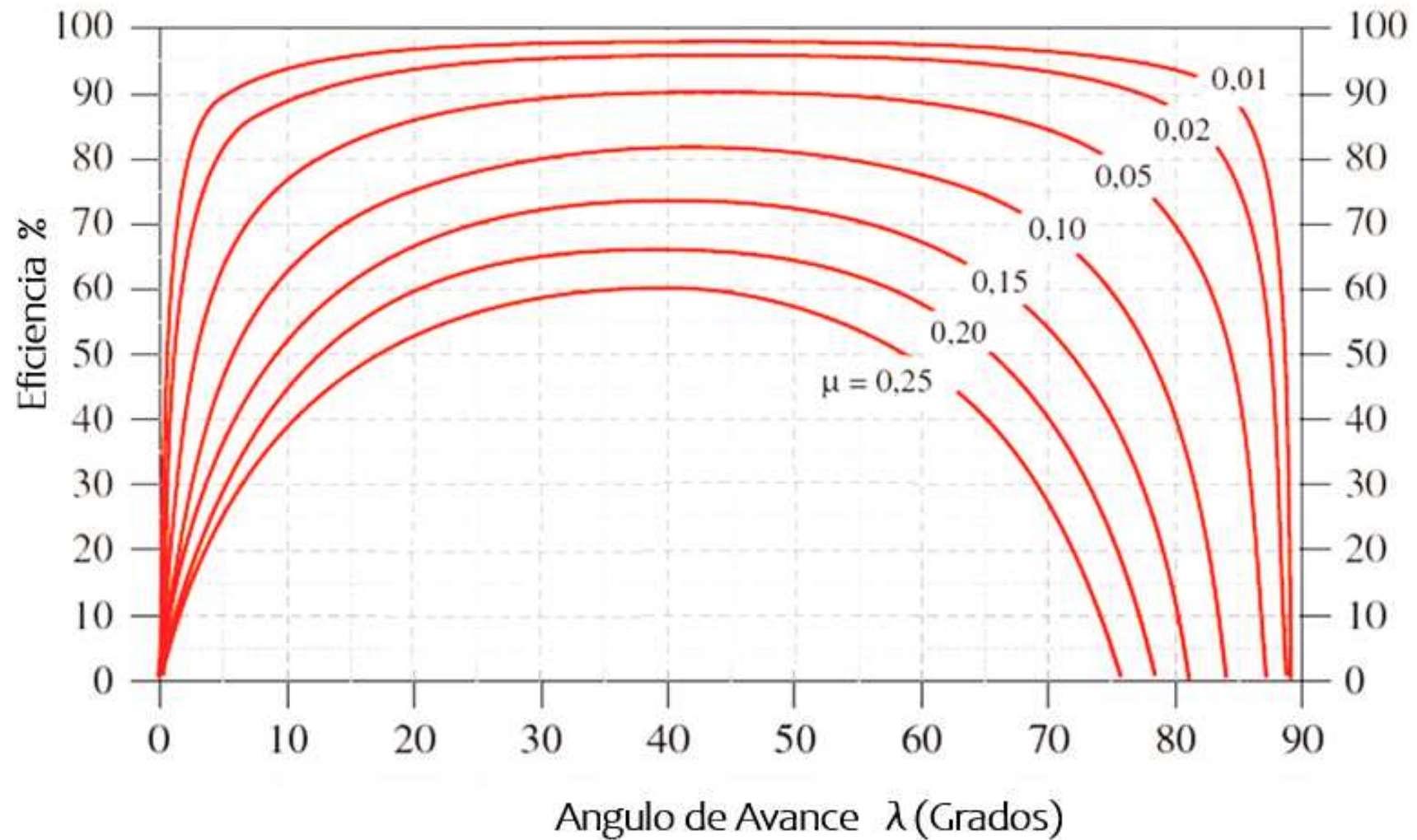
$$f = \mu = 0$$

$$T_0 = \frac{F l}{2 \pi}$$

$$e = \frac{T_0}{T_R} = \frac{F l}{2 \pi T_R}$$

Tornillos de Potencia

Eficiencia “e” de un tornillo de movimiento



Eficiencia “e” de un tornillo de movimiento de acuerdo al tipo de rosca

- **Rosca cuadrada:** Mayor eficiencia teórica pero más susceptible al desgaste.
- **Rosca Acme:** Menor eficiencia teórica, pero más resistente al desgaste y fácil de fabricar.
- **Rosca trapezoidal:** Intermedia en eficiencia y resistencia al desgaste.

Esfuerzo en el cuerpo del tornillo

*Esfuerzo axial debido a la carga F:

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

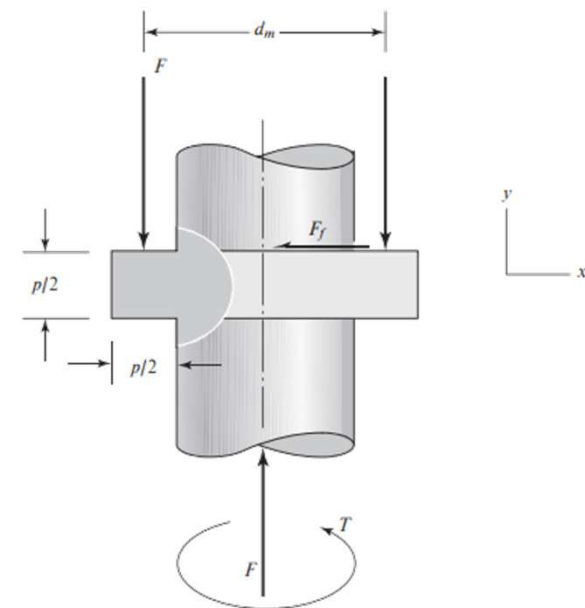
*Esfuerzo cortante en torsión en el cuerpo del tornillo:

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

*Por Pandeo verificar que tipo de columna es :

Columna larga : Euler

Columna corta: J.B. Johnson



Tornillos de Potencia

Esfuerzos en la rosca

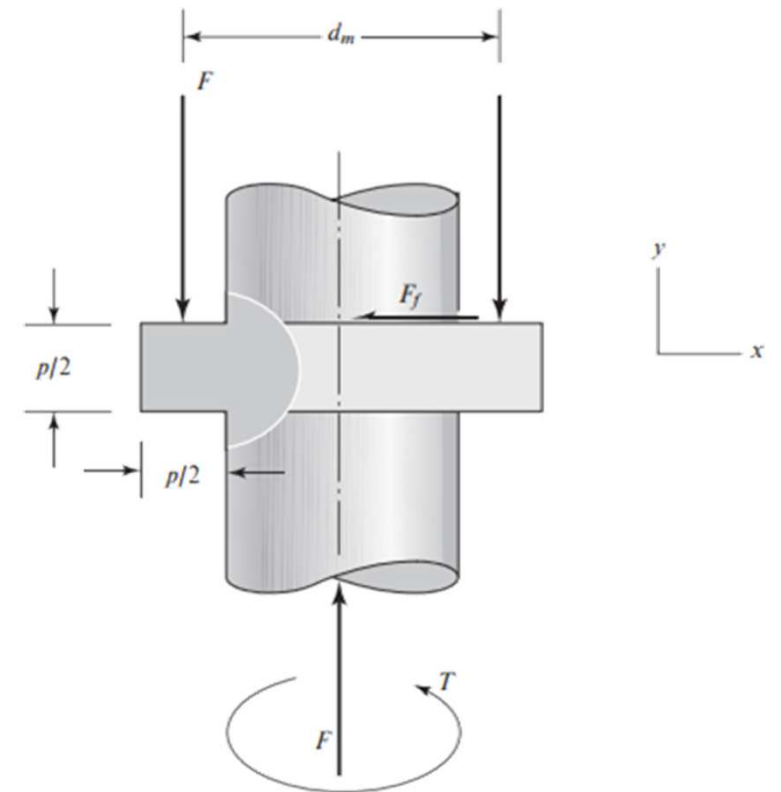
Esfuerzo flexionante en la raíz de la rosca(x):

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

Esfuerzo cortante transversal:

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

n_t = es el número de roscas en contacto



Tornillos de Potencia

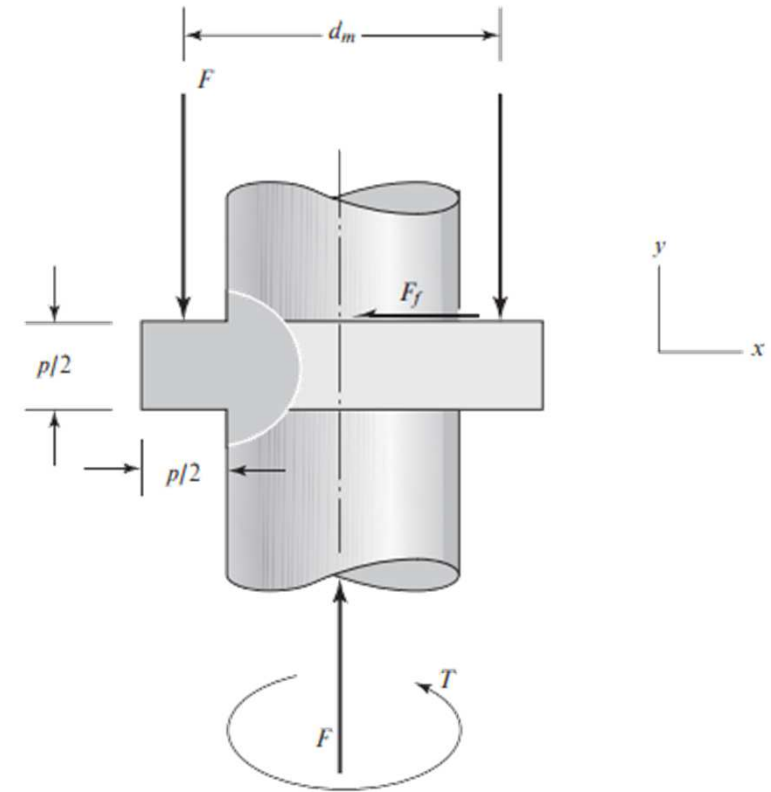
Esfuerzos en la rosca

Realizando superposición de efectos

$$\sigma_x = \frac{6F}{\pi d_r n_t p} \quad \tau_{xy} = 0$$

$$\sigma_y = - \frac{4F}{\pi d_r^2} \quad \tau_{yz} = \frac{16T}{\pi d_r^3}$$

$$\sigma_z = 0 \quad \tau_{zx} = 0$$



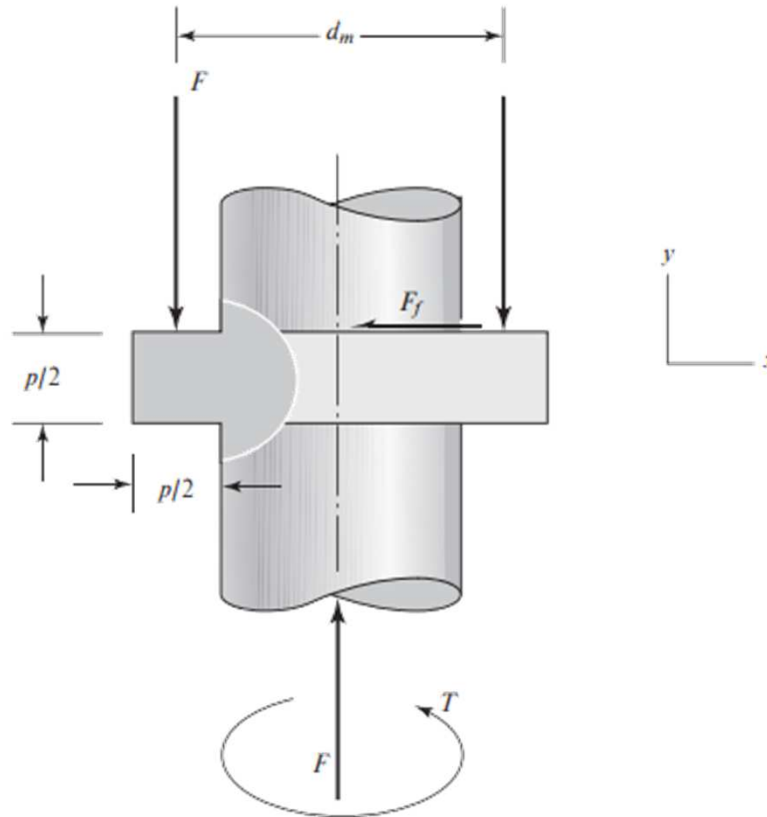
$$\sigma' = \frac{1}{\sqrt{2}} \left[(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2 + 6(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2) \right]^{1/2} \quad (5-14)$$

Tornillos de Potencia

Esfuerzos en la rosca

Presión de contacto

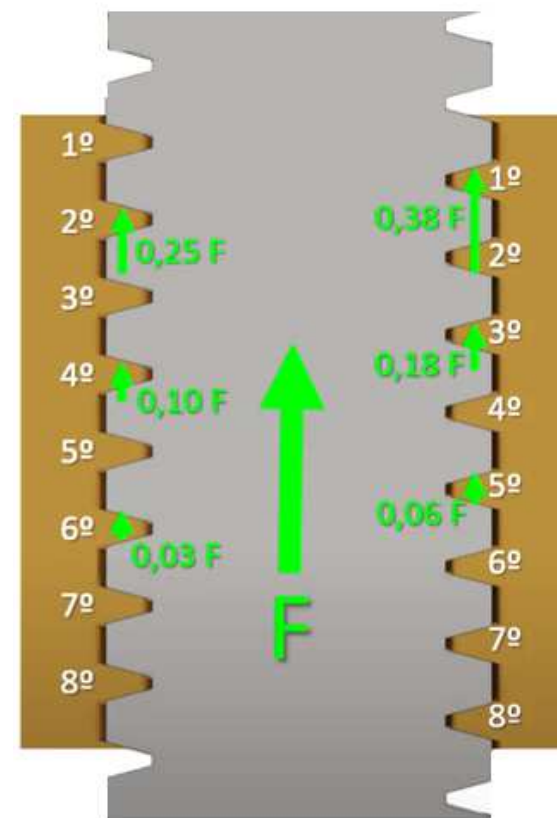
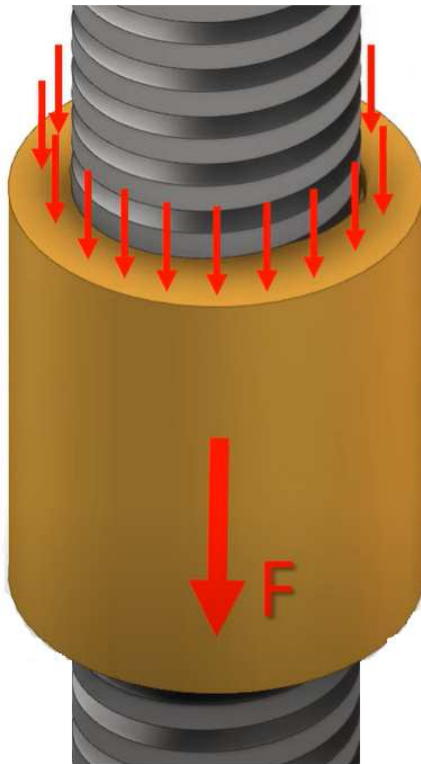
$$\sigma_B = \frac{2F}{\pi d_m n_t p}$$



Tornillos de Potencia

Esfuerzos en la rosca

Algunos experimentos muestran que la primera rosca en contacto soporta 0.38 de la carga, la segunda 0.25 y la tercera 0.18, y la séptima está libre de carga. Al estimar los esfuerzos de las tuercas con las ecuaciones anteriores, **sustituyendo $0.38F$ por F y haciendo nt igual a 1**, se obtendrá el nivel máximo de esfuerzos en la combinación rosca-tuerca



Tornillos de Potencia



Presión de contacto

- (*) Presión de apoyo seguras 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 de Potencia



(*) 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

BIBLIOGRAFÍA

- Richard G. Budynas y J. Keith Nisbett.- ***“DISEÑO EN INGENIERÍA MECÁNICA DE SHIGLEY”***- Ed. Mc-Graw hill. Décima edición
- 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.
- NORTON, Robert L. Norton ***“ DISEÑO DE MAQUINAS”***.- Ed. Pearson