

CAPÍTULO 10

AJUSTES Y TOLERANCIAS

- 1ª h {
 - Introducción
 - Tolerancias
 - Ajustes
- 2ª h {
 - Normas ISO para ajustes y tolerancias
- 3ª h {
 - Esfuerzos en ajustes de interferencia con cilindros huecos

INTRODUCCIÓN

Debe aceptarse cierta
variación en las medidas

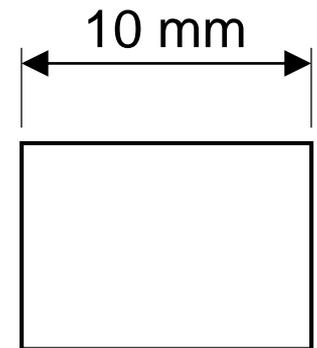
- Garantizando
funcionalidad
- Controlando costos

TOLERANCIAS

Tamaño básico o dimensión básica (d_b): es la dimensión que se elige para la fabricación.

Definiciones

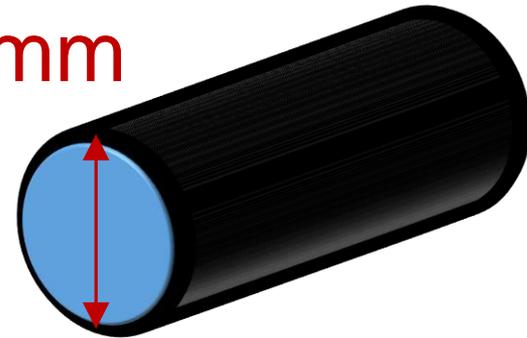
También se le conoce como dimensión teórica o exacta y es la que aparece en el plano como medida identificativa



Ejemplo

10 $\begin{matrix} + 0.010 \\ - 0.050 \end{matrix}$ mm

10 mm



Dimensión básica:

$$d_b = 10 \text{ mm}$$

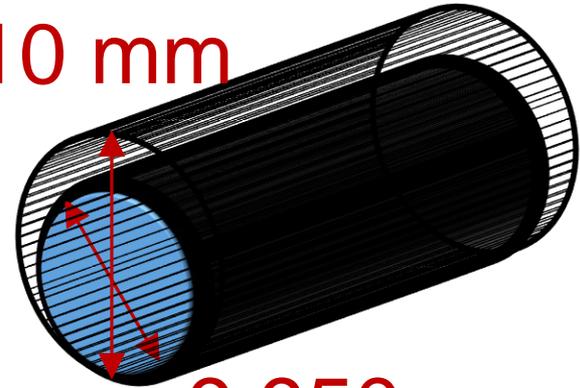
Tolerancias

- **Dimensión máxima o medida máxima ($d_{máx}$):** es la máxima medida que puede tener la pieza después de su fabricación.
- **Dimensión mínima o medida mínima ($d_{mín}$):** es la mínima medida que puede tener la pieza después de su fabricación.
- **Dimensión práctica o medida efectiva (d_p):** es la medida real de la pieza después de su fabricación.

Ejemplo

$$10 \begin{array}{l} + 0.010 \\ - 0.050 \end{array} \text{ mm}$$

10.010 mm



9.950 mm

$$d_{m\acute{a}x} = 10.010 \text{ mm}$$

$$d_{m\acute{i}n} = 9.950 \text{ mm}$$

$$d_p = ?$$

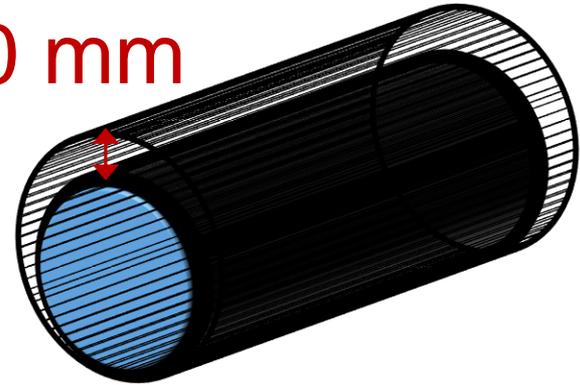
Tolerancias

Tolerancia (T_i): es la variación máxima permisible en una medida, es decir, es la diferencia entre la medida máxima y la mínima que se aceptan en la dimensión.

Ejemplo

10 $\begin{matrix} + 0.010 \\ - 0.050 \end{matrix}$ **mm**

0.060 mm



Tolerancia:

$$T_f = 0.060 \text{ mm}$$

Tolerancias

- **Desviación superior** (Δ_s): es la diferencia algebraica entre la medida máxima y la medida **básica**.
- **Desviación inferior** (Δ_i): es la diferencia algebraica entre la medida mínima y la medida **básica**.

Ejemplo

$$10 \begin{array}{l} + 0.010 \\ - 0.050 \end{array} \text{ mm}$$
$$\Delta_s = d_{m\acute{a}x} - d_b = 10.010 - 10$$
$$\Delta_i = d_{m\acute{i}n} - d_b = 9.950 - 10$$

Desviación superior: $\Delta_s = 0.010 \text{ mm}$

Desviación inferior: $\Delta_i = -0.050 \text{ mm}$

Tolerancias

- **Desviación fundamental (Δ_f):** es la **menor** entre la desviación superior y la inferior (*comparar sin considerar el signo*).
- **Desviación real o efectiva (Δ_p):** es la diferencia entre la dimensión real y la básica.

Ejemplo

$$10 \begin{array}{l} + 0.010 \\ - 0.050 \end{array} \text{ mm}$$

$$\Delta_s = 0.010 \text{ mm}$$

$$\Delta_i = -0.050 \text{ mm}$$

Desviación fundamental: $\Delta_f = 0.010 \text{ mm}$

Desviación real: $\Delta_p = ?$

Tolerancias

- **Tolerancia unilateral:** ocurre cuando la dimensión de una pieza puede ser solamente mayor o solamente menor que la dimensión básica.

Ejemplos:

(40.020 a 40.050) mm

(39.950 a 39.990) mm

(40.000 a 40.040) mm

(39.960 a 40.000) mm

Tolerancias

- **Tolerancia bilateral:** ocurre cuando la dimensión de una pieza puede ser mayor o menor que la dimensión básica.

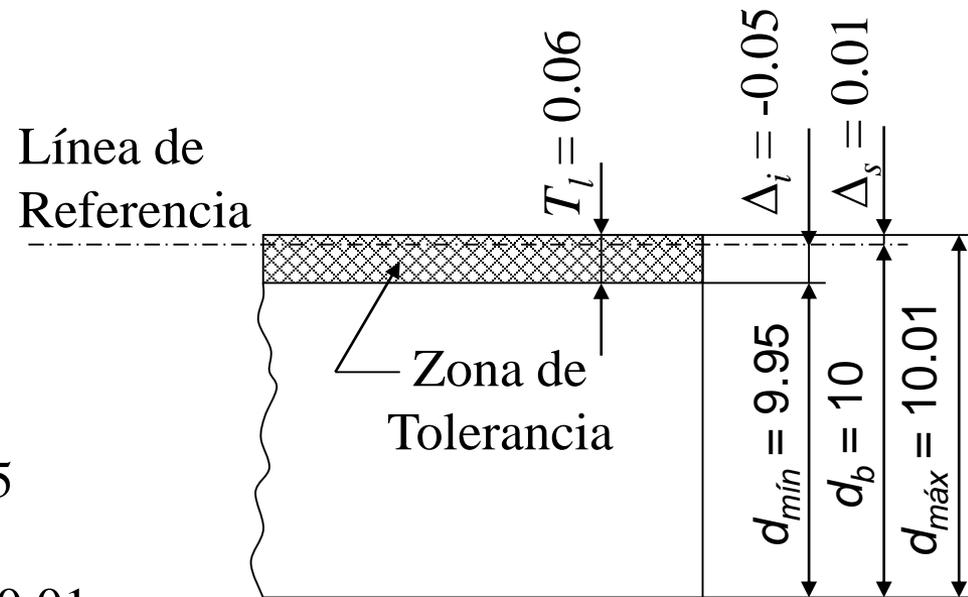
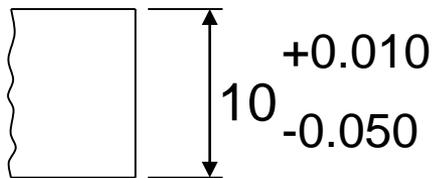
Ejemplos:

(39.980 a 40.020) mm

(39.050 a 40.010) mm

Tolerancias

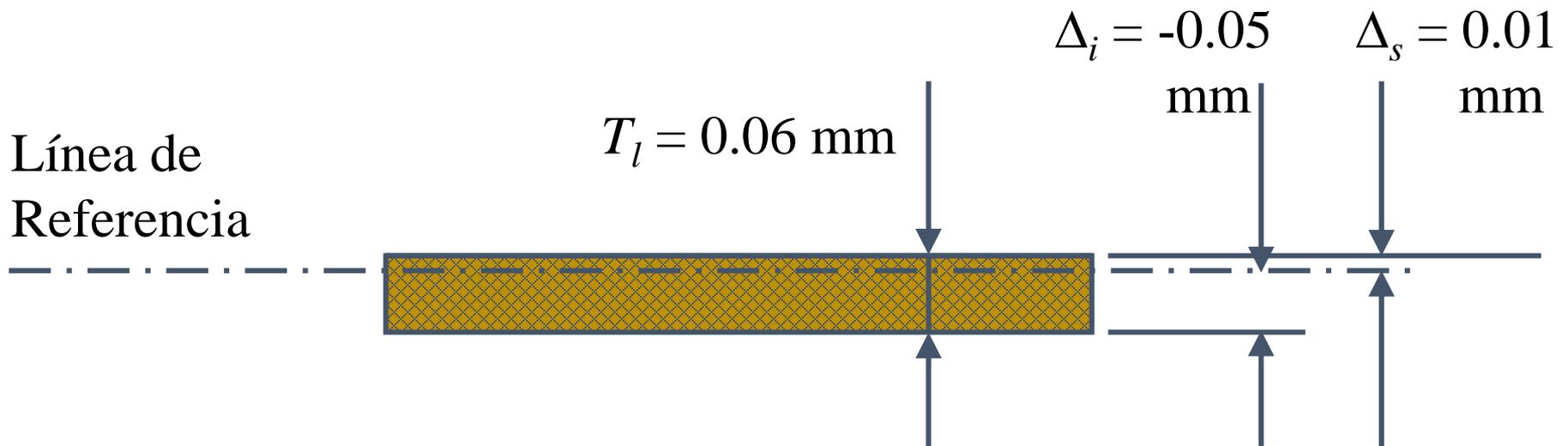
- **Línea de referencia o línea cero:** representa a la dimensión básica.



Desviación inferior: $\Delta_i = -0.05$
Desviación superior: $\Delta_s = 0.01$
Desviación fundamental: $\Delta_f = 0.01$
Tolerancia: $T_l = 0.06$

Medidas en mm

Tolerancias



Representación de las zonas de tolerancia

Tolerancias

Resumen

- ✓ **Dimensión básica (d_b):** la que se elige para la fabricación
- ✓ **Dimensión máxima ($d_{m\acute{a}x}$):** máxima medida permitida
- ✓ **Dimensión mínima ($d_{m\acute{i}n}$):** mínima medida permitida
- ✓ **Tolerancia (T_l):** $d_{m\acute{a}x} - d_{m\acute{i}n}$
- ✓ **Desviación superior (Δ_s):** $d_{m\acute{a}x} - d_b$
- ✓ **Desviación inferior (Δ_i):** $d_{m\acute{i}n} - d_b$
- ✓ **Desviación fundamental (Δ_f):** la menor entre Δ_s y Δ_i (*al escoger no se considera el signo*)
- ✓ **Tolerancia unilateral:** la dimensión puede ser sólo mayor o sólo menor que d_b
- ✓ **Tolerancia bilateral:** la dimensión puede ser mayor o menor que d_b
- ✓ **Línea de referencia:** representa a d_b

Tolerancias

Ejercicios

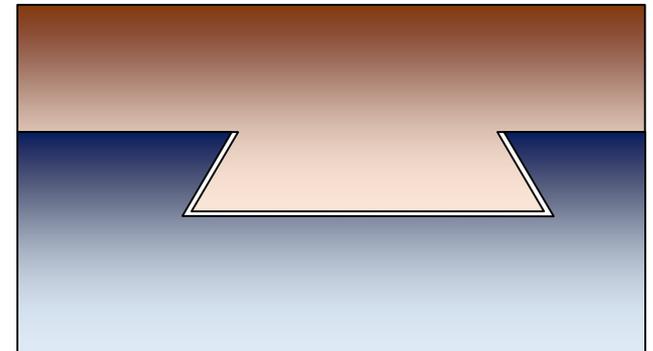
Representar las tolerancias de:

- (48.050 a 48.150) mm
- $20 \begin{matrix} - 0.050 \\ - 0.200 \end{matrix}$ mm
- (40.000 a 40.070) mm

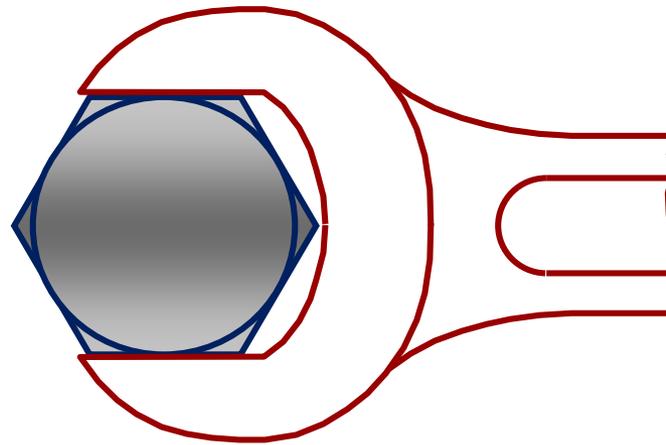
AJUSTES

Ajuste: es el acoplamiento dimensional de dos piezas en la que una pieza encaja sobre la otra.

Ajuste de una
unión en cola de
milano

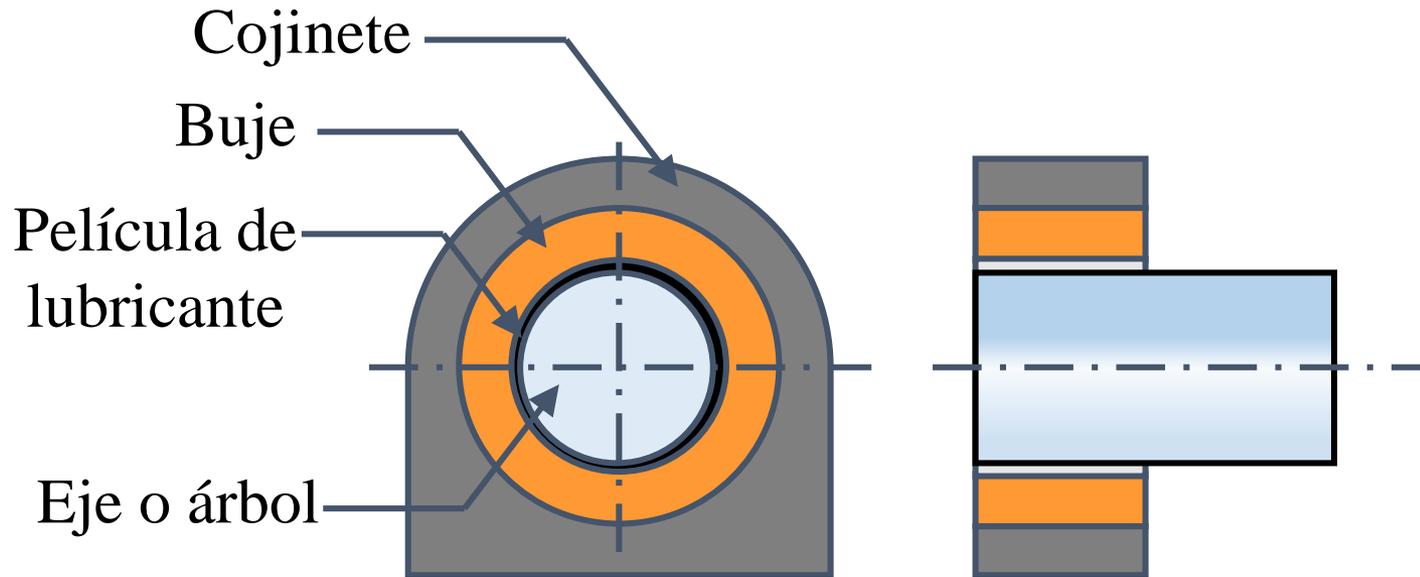


Ajustes



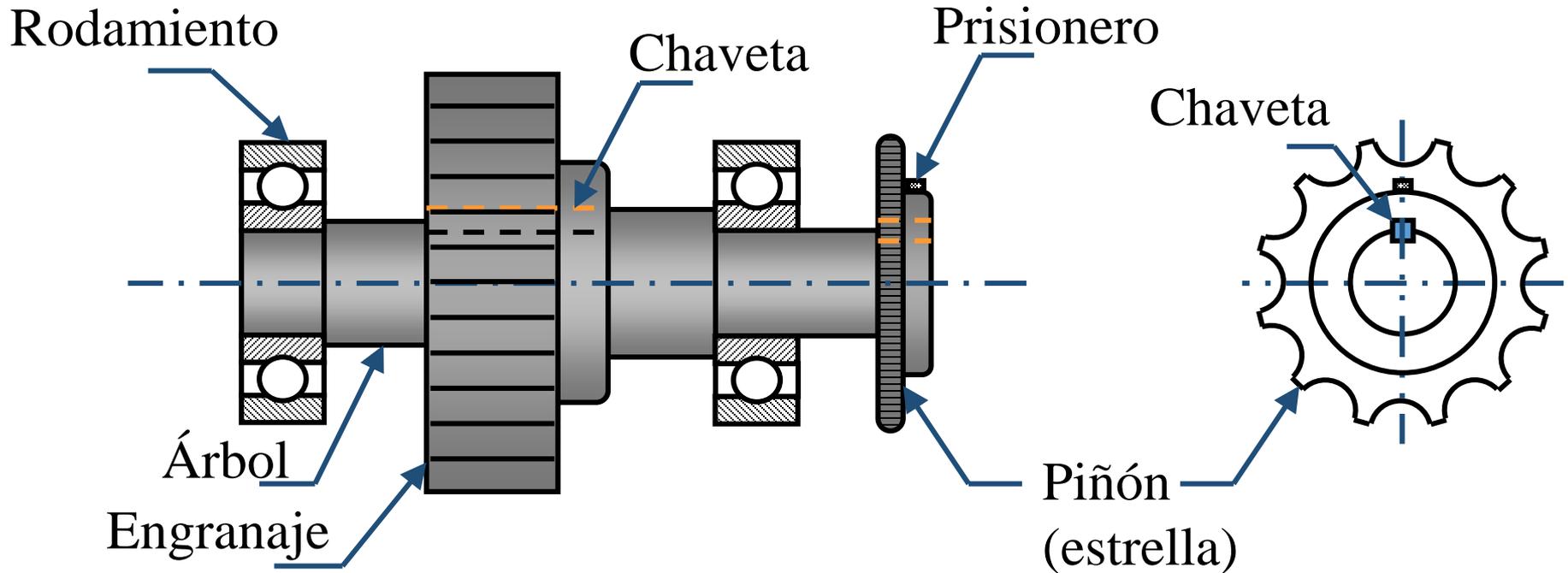
Ajuste entre una llave boca fija y la cabeza de un tornillo

Ajustes



Ajuste entre un cojinete de contacto deslizante y el extremo de un eje o árbol. Observe el espacio para el lubricante

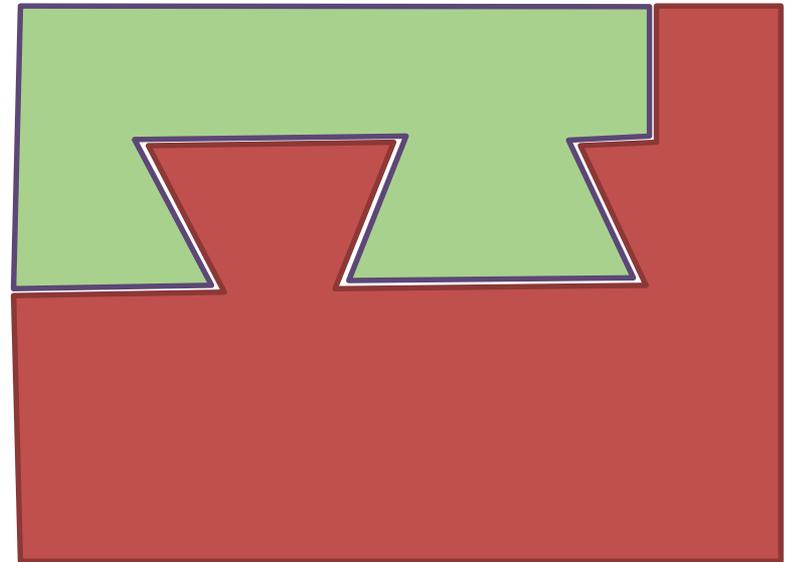
Ajustes



El engranaje, los rodamientos de bolas y la estrella ajustan a presión sobre el árbol. Las chavetas ajustan (generalmente con juego) sobre el árbol y los piñones

Ajustes

- **Eje:** es cada una de las partes de una pieza constitutiva de un ajuste, que presenta contactos externos (parte contenida).
- **Agujero:** es cada una de las partes de una pieza constitutiva de un ajuste, que presenta contactos internos (parte que contiene).



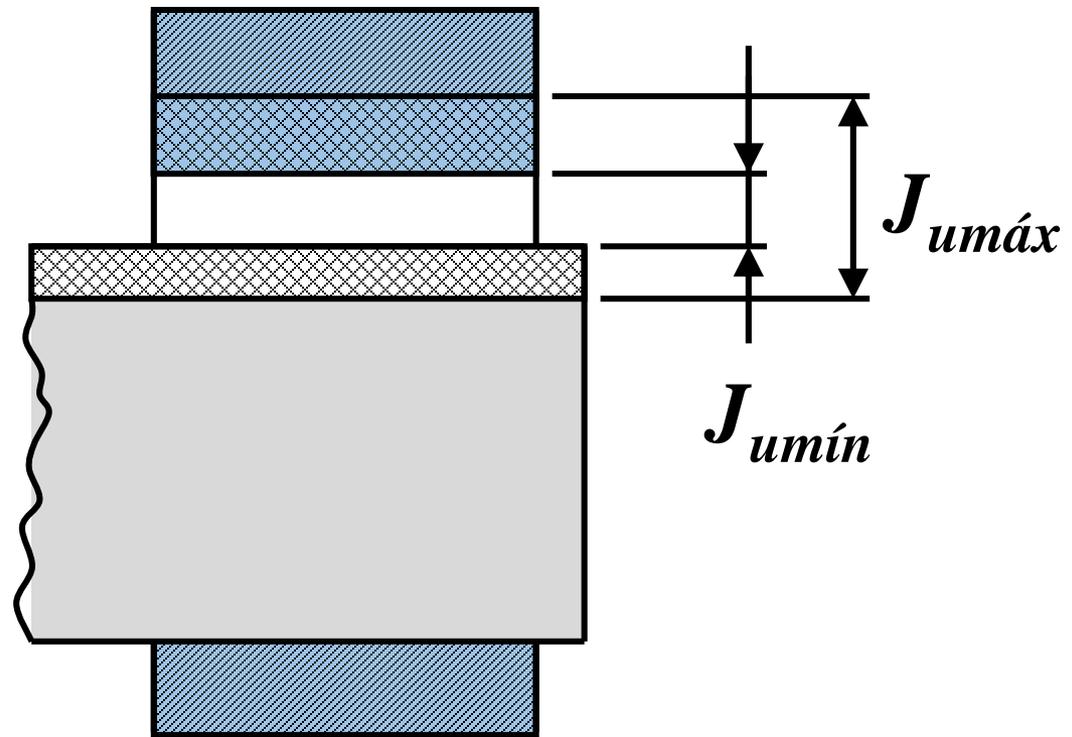
Ajustes

- **Juego (J_u):** es la diferencia entre la medida del agujero y la del eje, cuando la medida del eje es menor que la del agujero.
- **Juego mínimo ($J_{umín}$):** es la diferencia entre la medida mínima admisible del agujero y la máxima admisible del eje.
- **Juego máximo ($J_{umáx}$):** es la diferencia entre la medida máxima admisible del agujero y la mínima admisible del eje.

Ajustes

Ajuste móvil o con juego:

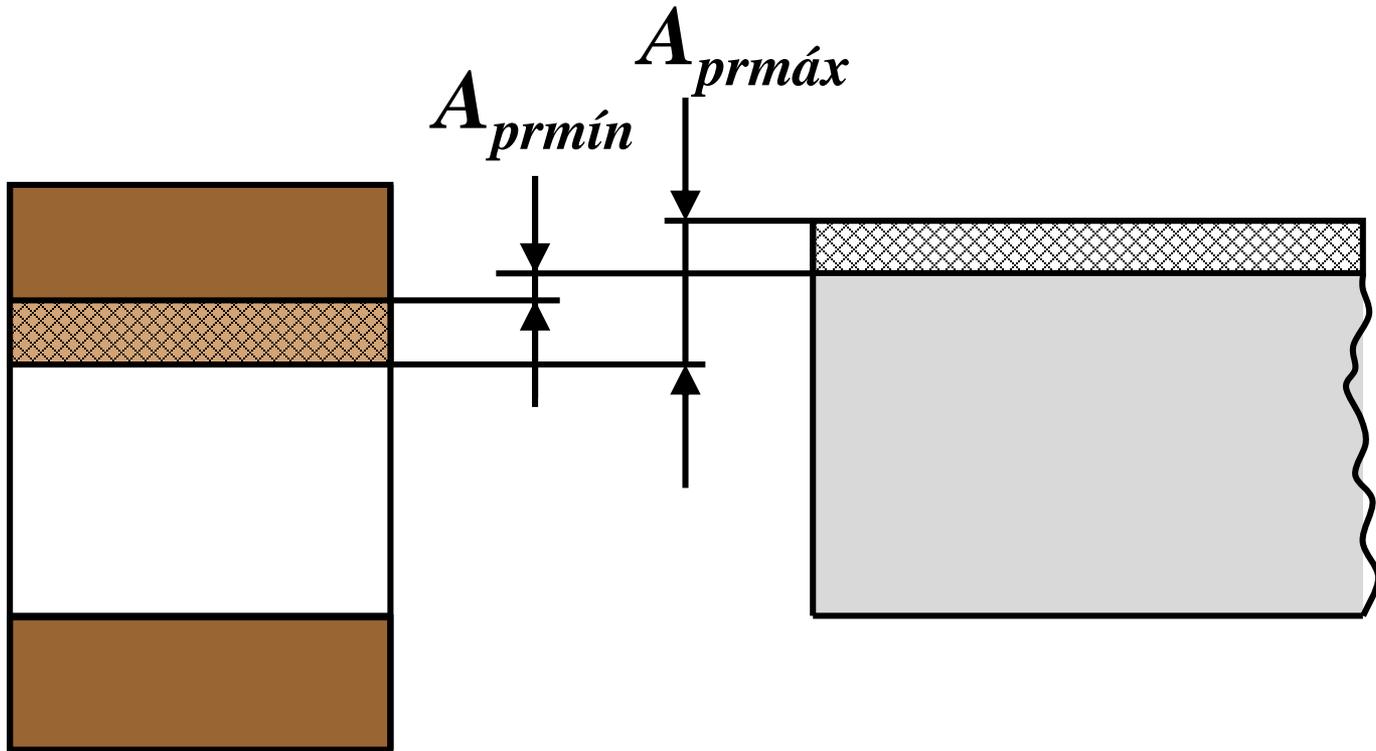
siempre presenta juego (holgura).



Ajustes

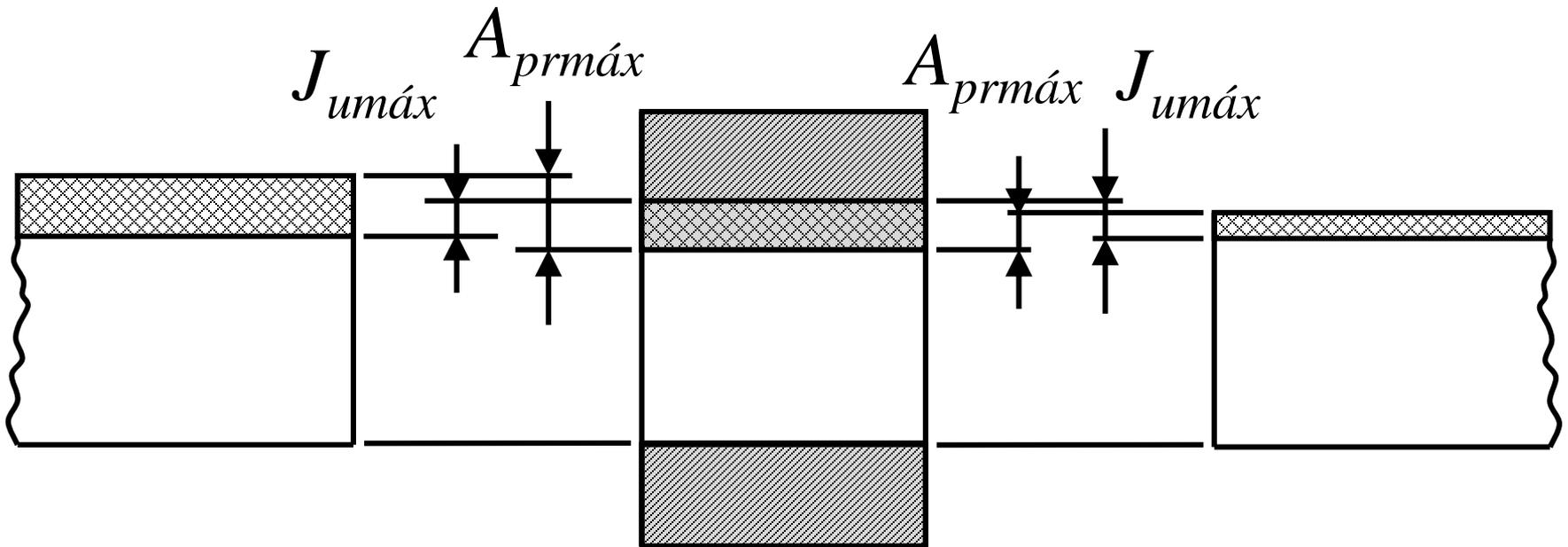
- **Aprieto (A_{pr}):** es la diferencia entre la medida del agujero y la del eje, cuando la medida del eje es mayor que la del agujero (ha de absorberse una interferencia) (aprieto = juego negativo).
- **Aprieto máximo ($A_{pr\text{m}\acute{a}x}$):** es la diferencia entre la medida máxima admisible del eje y la mínima admisible del agujero.
- **Aprieto mínimo ($A_{pr\text{m}\acute{i}n}$):** es la diferencia entre la medida mínima admisible del eje y la máxima admisible del agujero.

Ajustes



Ajuste fijo o con aprieto:
siempre presenta aprieto (interferencia)

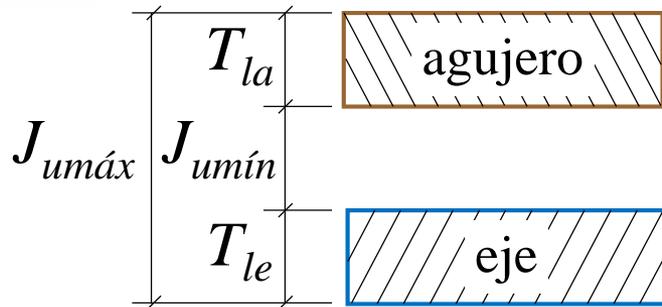
Ajustes



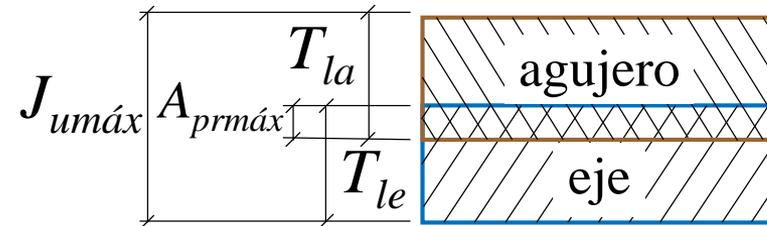
Ajuste indeterminado o de transición:
puede quedar con juego o con aprieto

Ajustes

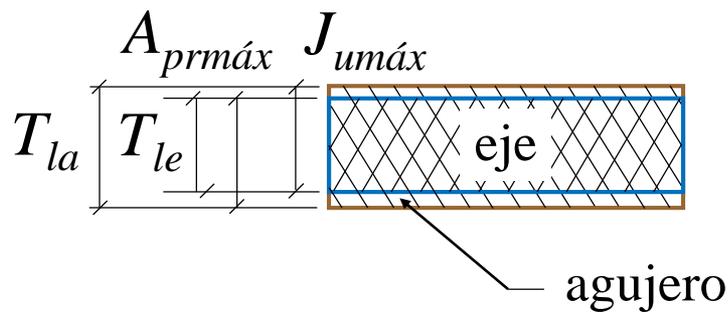
Representación de ajustes



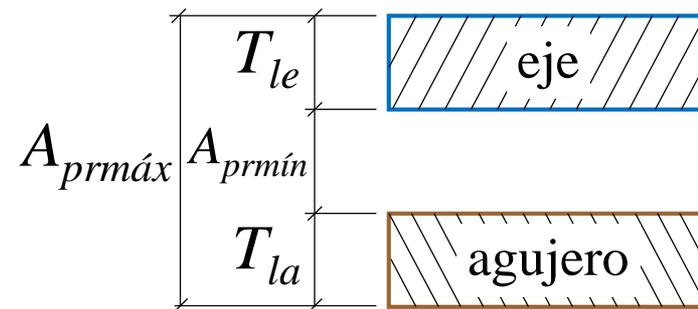
Ajuste con juego



Ajuste indeterminado



Ajuste indeterminado



Ajuste con aprieto

Ajustes

Resumen

- ✓ **Ajuste:** acople entre dos piezas; una pieza encaja sobre la otra
- ✓ **Eje:** partes de una pieza que presenta contactos externos
- ✓ **Agujero:** partes de una pieza que presenta contactos internos
- ✓ **Juego:** $d_a - d_e$ (cuando $d_a > d_e$)
 - ✓ $J_{um\acute{a}x} = d_{m\acute{a}x\ a} - d_{m\acute{m}n\ e}$
 - ✓ $J_{um\acute{m}n} = d_{m\acute{m}n\ a} - d_{m\acute{a}x\ e}$
- ✓ **Aprieto** = $d_e - d_a$ (cuando $d_e > d_a$)
 - ✓ $A_{pr\acute{m}a\acute{x}} = d_{m\acute{a}x\ e} - d_{m\acute{m}n\ a}$
 - ✓ $A_{pr\acute{m}m\acute{n}} = d_{m\acute{m}n\ e} - d_{m\acute{a}x\ a}$
- ✓ **Ajuste libre, m3vil o con juego:** siempre presenta juego
- ✓ **Ajuste a presi3n, forzado, con aprieto o interferencia:** siempre presenta aprieto
- ✓ **Ajuste indeterminado:** puede presentar juego o aprieto

Ajustes

Ejercicios

Representar los siguientes ajustes:

- eje: (48.050 a 48.150) mm
agujero: (47.980 a 48.040) mm
- eje: $20 \begin{matrix} - 0.050 \\ - 0.100 \end{matrix} \text{ mm}$
Agujero: $20 \begin{matrix} + 0.070 \\ - 0.000 \end{matrix} \text{ mm}$