



## Dibujo de Ingeniería - 15232-0-A-2

### Presentación 09: Tolerancias y Ajustes

**M.Sc. Estefano Matías Muñoz Moya**

Universidad de Santiago de Chile  
Facultad de Ingeniería - Departamento de Ingeniería Mecánica  
Av. Bdo. O'Higgins 3363 - Santiago - Chile  
Laboratorio de Biomecánica y Biomateriales  
e-mail: [estefano.munoz@usach.cl](mailto:estefano.munoz@usach.cl)

INGENIERÍA CIVIL MECÁNICA  
14 de mayo de 2021

**1 Generalidades de Tolerancias**

**2 Cotas con Tolerancia**

**3 Dimensionamiento de Ajustes**

**4 Tolerancias Geométricas**

**5 Marco de Tolerancia**

1 Generalidades de Tolerancias

2 Cotas con Tolerancia

3 Dimensionamiento de Ajustes

4 Tolerancias Geométricas

5 Marco de Tolerancia

## Generalidades de Tolerancias

- Una cota señalada en un dibujo, no puede mantenerse al fabricar la pieza. La medida obtenida podrá ser mayor o menor a la indicada.
- Existe una medida máxima permisible y una medida mínima permisible.
- Esta diferencia entre la medida máxima y la medida mínima se llama Tolerancia.

# Índice

**1 Generalidades de Tolerancias**

**2 Cotas con Tolerancia**

**3 Dimensionamiento de Ajustes**

**4 Tolerancias Geométricas**

**5 Marco de Tolerancia**

- Corresponde a la medida nominal y las diferencias.
- Cuando las diferencias son iguales, se indica una sola con ambos signos.
- Cuando una de las diferencias es igual a cero, se indicara colocando el cero sin el signo correspondiente.

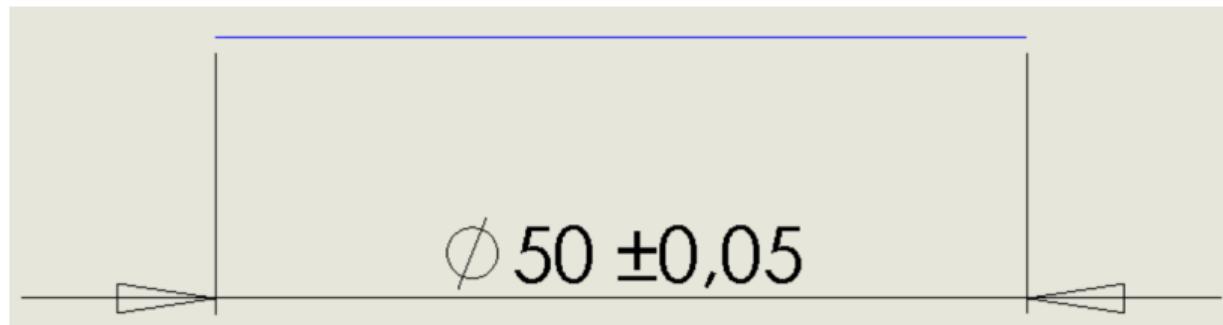


Figura 1: Cota con tolerancia.

# Índice

**1 Generalidades de Tolerancias**

**2 Cotas con Tolerancia**

**3 Dimensionamiento de Ajustes**

**4 Tolerancias Geométricas**

**5 Marco de Tolerancia**

- Ajuste: Define las condiciones dentro de las cuales, dos piezas en conexión mecánica (macho y hembra), deben comportarse.
- Sistema de ajuste de eje único: Permite fabricar el eje con una sola medida, y las diversas piezas que irán en el tendrán la variación en la cota tolerada.
- Sistema de ajuste de agujero único.
- Los juegos pueden clasificarse como:
  - Con juego: Es el caso en el cual la pieza interna es más pequeña que la externa, lo que permite que la una entre libremente entre la otra.
  - Con interferencia: Es el concepto opuesto al ajuste con juego, lo que no permite que una pieza entre libremente entre la otra.
  - De transición: Es el ajuste entre dos piezas de modo que puede resultar un juego o una interferencia en el montaje.

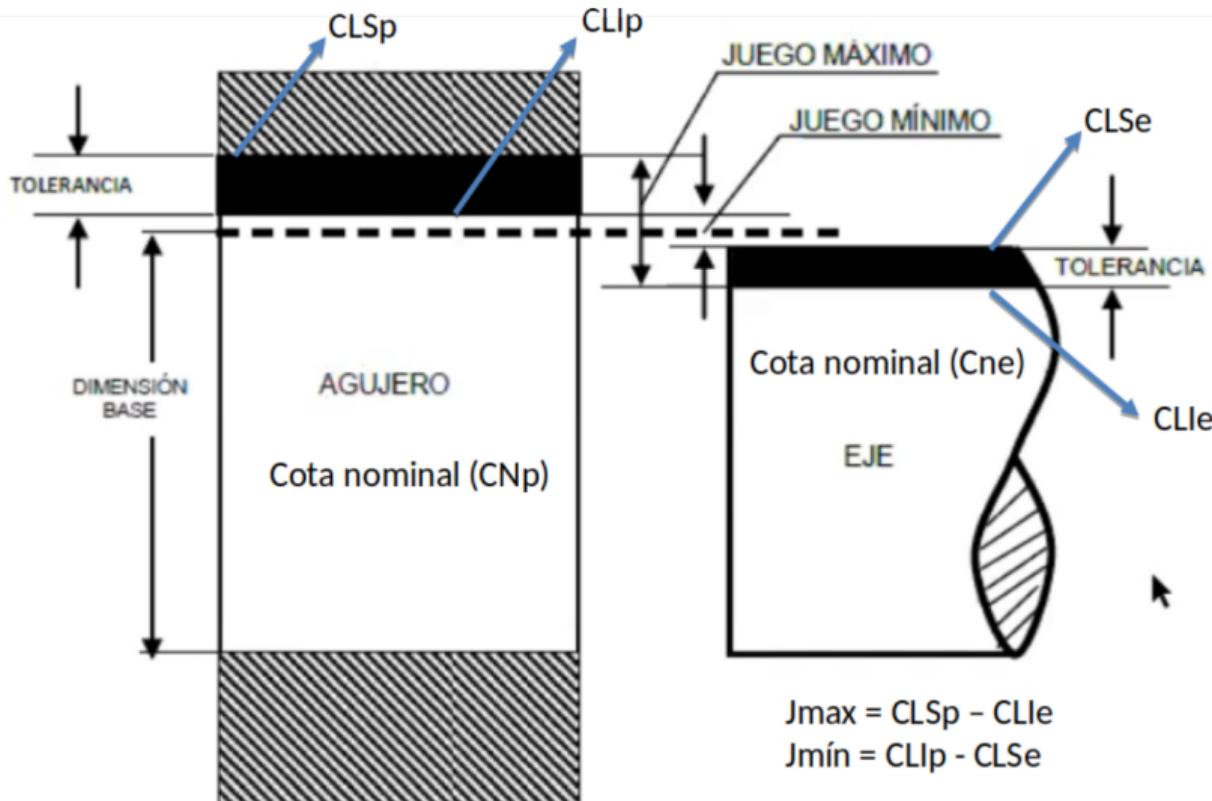


Figura 2: Cotas y juegos.

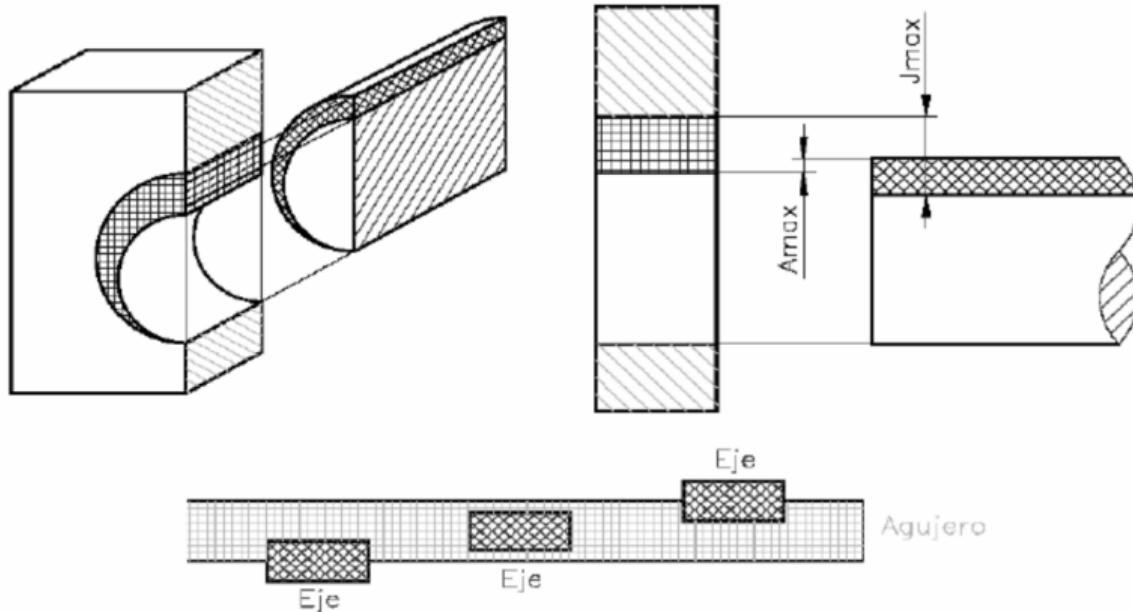


Figura 3: Cotas y juegos.

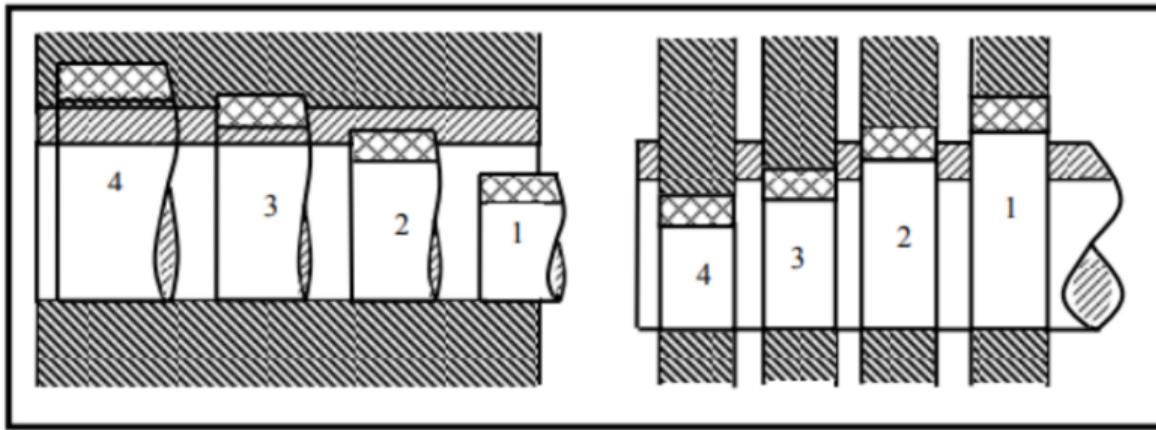
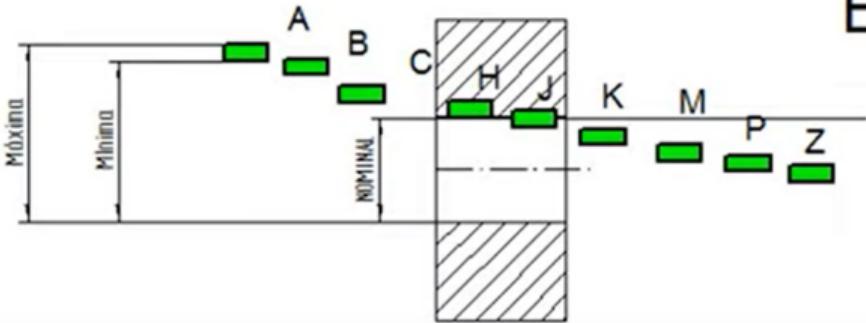


Figura 4: Cotas y juegos.

# En los agujeros



# En los ejes



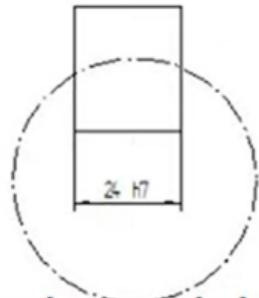
Figura 5: Cotas y juegos.

Calidad	Tipo de ajuste	Sistema Orificio Normal		Sistema Eje normal	
		orificio	eje	eje	orificio
perfecta	apretado fijo	H6	n5	h5	N6
	apretado semi-fijo		m5		M6
	semi- apretado		k5		K6
	apretado suave		j5		J6
	deslizante		h5		H6
precisa	solidarizado	H7	p6	h6	P7
	apretado fijo		n6		N7
	apretado semi-fijo		m6		M7
	semi- apretado		k6		K7
	apretado suave		j6		J7
	deslizante		h6		H7
	giratorio duro		g6		G7
	giratorio suave		f7		F7
	giratorio fácil		e8		E8
	giratorio suelto		d9		D9
ordinaria	deslizante	H8	h8	h8	H8
	giratorio suave		f8		F8
	giratorio suelto		e9		E9
			d10		D10
basta	deslizante	H11	h11	h11	H11
	giratorio suave		d11		D11
	giratorio fácil		c11		C11
	giratorio suelto		b11		B11
			a12		A12

Figura 6: Ajustes.

	$\leq 3$	$>3-6$	$>6-10$	$>10-18$	$>18-30$	$>30-50$	$>50-80$	$>80-120$	$>120-180$	$>180-250$	$>250-315$	$>315-400$
H6	+6 0	+8 0	+9 0	+11 0	+13 0	+16 0	+19 0	+22 0	+25 0	+29 0	+32 0	+36 0
H7	+10 0	+12 0	+15 0	+18 0	+21 0	+25 0	+30 0	+35 0	+40 0	+46 0	+52 0	+57 0
H8	+14 0	+18 0	+22 0	+27 0	+33 0	+39 0	+46 0	+54 0	+63 0	+72 0	+81 0	+89 0
H9	+25 0	+30 0	+36 0	+43 0	+52 0	+62 0	+74 0	+87 0	+100 0	+115 0	+130 0	+140 0
H11	+60 0	+75 0	+90 0	+110 0	+130 0	+160 0	+190 0	+220 0	+250 0	+290 0	+320 0	+360 0
g5	-2 -6	-4 -9	-5 -11	-6 -14	-7 -16	-9 -20	-10 -23	-12 -27	-14 -32	-15 -35	-17 -40	-18 -43
h5	0 -4	0 -5	0 -6	0 -8	0 -9	0 -11	0 -13	0 -15	0 -18	0 -20	0 -23	0 -25
j5	+2 -2	+2.5 -2.5	+3 -3	+4 -4	+4.5 -4.5	+5.5 -5.5	+6.5 -6.5	+7.5 -7.5	+9 -9	+10 -10	+11.5 -11.5	+12.5 -12.5
k5	+6 0	+7 +1	+9 +1	+11 +1	+13 +2	+15 +2	+18 +3	+21 +3	+24 +4	+27 +4	+29 +4	
f6	-6 -12	-10 -18	-13 -22	-16 -27	-20 -33	-25 -41	-30 -49	-36 -58	-43 -68	-50 -79	-56 -88	-62 -98
g6	-2 -8	-4 -12	-5 -14	-6 -17	-7 -20	-10 -25	-12 -29	-15 -34	-15 -39	-15 -44	-17 -49	-18 -54
h6	0 -6	0 -8	0 -9	0 -11	0 -13	0 -16	0 -19	0 -22	0 -25	0 -29	0 -32	0 -36
j6	+3 -3	+4 -4	+4.5 -4.5	+5.5 -5.5	+6.5 -6.5	+8 -8	+9.5 -9.5	+11 -11	+12.5 -12.5	+14.5 -14.5	+16 -16	+18 -18
m6	+8 +2	+12 +4	+15 +6	+18 +7	+21 +8	+25 +9	+30 +11	+35 +13	+40 +15	+46 +17	+52 +20	+57 +21
p6	+12 +6	+20 +12	+29 +15	+35 +18	+42 +22	+51 +26	+59 +32	+68 +37	+79 +43	+88 +50	+98 +56	+98 +62
e7	-14 -24	-20 -32	-25 -40	-32 -50	-40 -61	-50 -75	-60 -90	-72 -102	-85 -125	-100 -145	-110 -162	-125 -182
f7	-6 -16	-10 -22	-13 -28	-16 -34	-20 -41	-25 -50	-30 -60	-36 -71	-43 -83	-50 -96	-56 -108	-62 -119
h7	0 -10	0 -12	0 -15	0 -18	0 -21	0 -25	0 -30	0 -35	0 -40	0 -46	0 -52	0 -57
e8	-14 -28	-20 -38	-25 -47	-32 -59	-40 -73	-50 -89	-60 -106	-73 -126	-85 -148	-100 -172	-110 -191	-125 -214
d9	-20 -45	-30 -60	-40 -76	-50 -93	-65 -117	-80 -142	-100 -174	-120 -207	-145 -245	-170 -285	-190 -320	-210 -350
e9	-14 -39	-20 -50	-25 -61	-32 -75	-40 -92	-50 -112	-60 -134	-72 -159	-85 -185	-100 -215	-110 -240	-125 -265
d11	-20 -80	-30 -105	-40 -130	-50 -160	-65 -195	-80 -240	-100 -290	-120 -340	-145 -395	-170 -460	-190 -510	-210 -570
h11	0 -60	0 -75	0 -90	0 -110	0 -130	0 -160	0 -190	0 -220	0 -250	0 -290	0 -320	0 -360
j11	+30 -30	+37 -37	+45 -45	+55 -55	+65 -65	+80 -80	+95 -95	+110 -110	+125 -125	+145 -145	+160 -160	+180 -180

Figura 7: Ajustes.



Significa:  
medida nominal ,posición y calidad( tablas)

24 h7

Mnúsculas ejes  
Mayúsculas agujeros

este es un eje

Figura 8: Cota de eje.

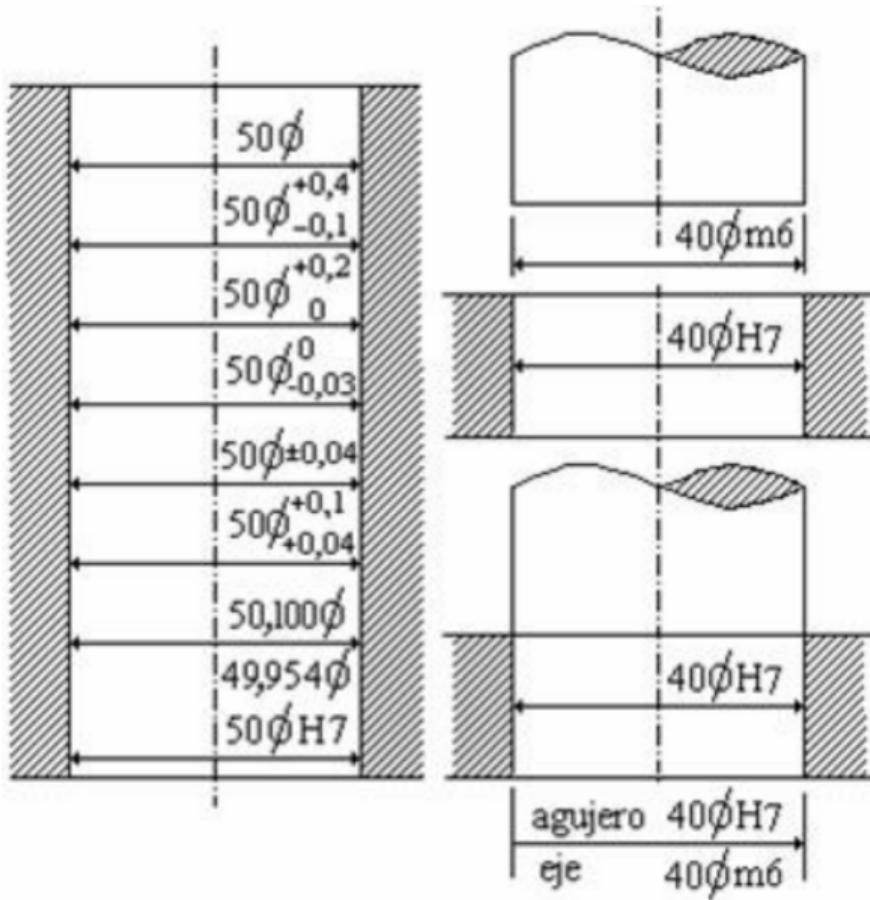


Fig.1.33

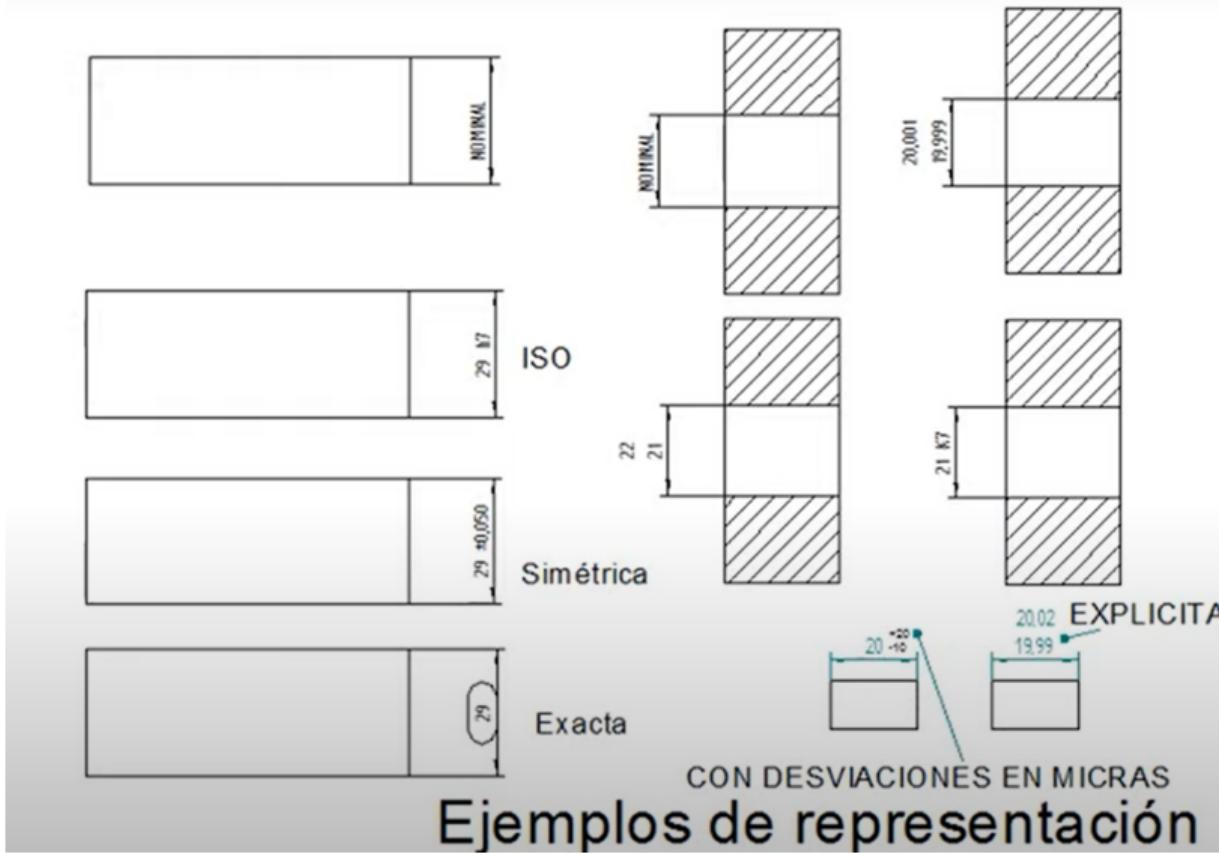


Figura 10: Representación.

# Índice

1 Generalidades de Tolerancias

2 Cotas con Tolerancia

3 Dimensionamiento de Ajustes

4 Tolerancias Geométricas

5 Marco de Tolerancia

- Se refieren a la desviación entre las características de un objeto, respecto a su forma, orientación o posición, teóricamente exactos, sin tomar en cuenta la dimensión de la característica.
- Se entiende por características, las partes del objeto, como lo son superficies, ejes, aristas, planos medios, etc.

ELEMENTOS Y TIPO DE TOLERANCIA		CARACTERÍSTICAS	SÍMBOLO
Elementos simples	Forma	Rectitud	
		Planicidad	
		Redondez	
		Cilindricidad	
Elementos simples o asociados		Forma de una línea	
		Forma de una superficie	
Elementos asociados	Orientación	Paralelismo	
		Perpendicularidad	
		Inclinación	
	Situación	Posición	
		Concentricidad / coaxialidad	
		Simetría	
	Oscilación	Circular	
		Total	

Figura 11: Símbolos.

# Índice

**1 Generalidades de Tolerancias**

**2 Cotas con Tolerancia**

**3 Dimensionamiento de Ajustes**

**4 Tolerancias Geométricas**

**5 Marco de Tolerancia**

Las diferencias de tolerancia deben indicarse en un marco rectangular de tolerancia, dividido en dos o mas compartimientos. Estos compartimientos contienen, de izquierda a derecha, en el orden siguiente:

- El símbolo del elemento de tolerancia.
- El valor de la tolerancia expresado en la unidad utilizada para el dimensionamiento.
- La letra o letras (cuando corresponda), que identifiquen la característica(s) de referencia del elemento.

# Ejemplos

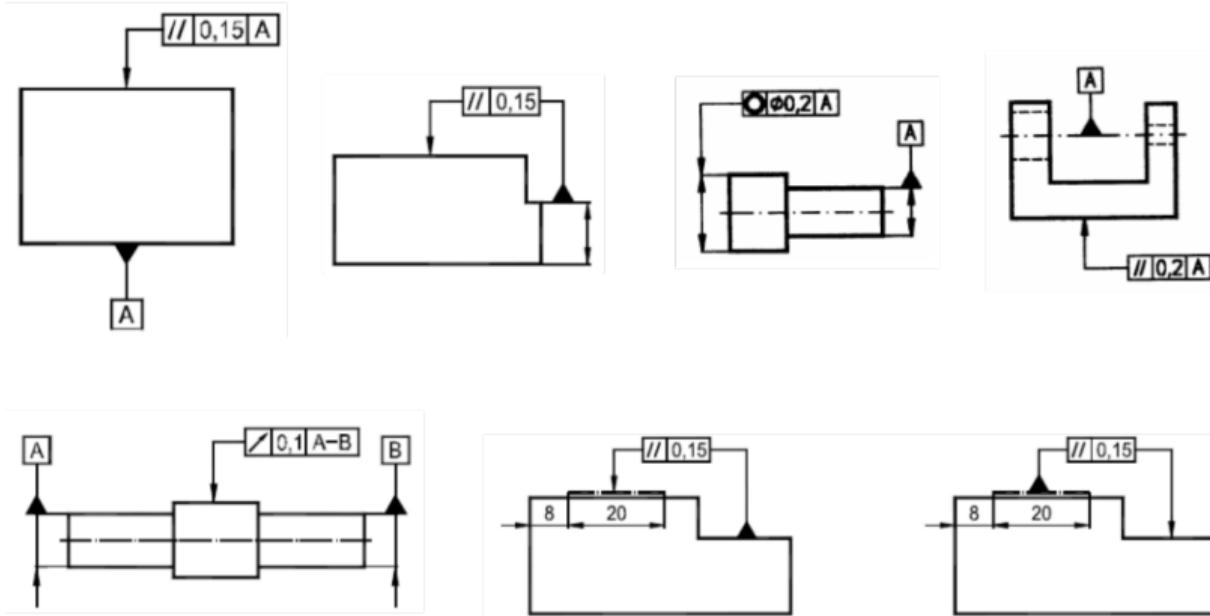


Figura 12: Ejemplos.

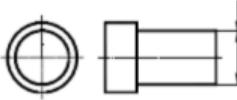
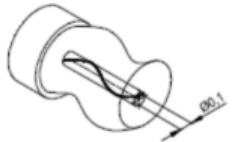
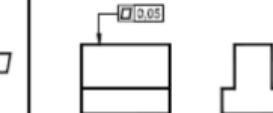
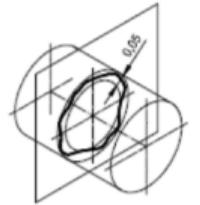
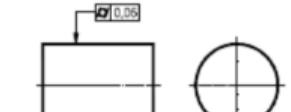
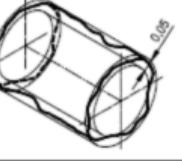
TIPO DE TOLERANCIA	CARACTERISTICAS	SIMBOLO	INDICACION EN EL DIBUJO	ZONA DE TOLERANCIA	INTERPRETACION
Forma	Rectitud	—			El eje del cilindro controlado deberá estar contenido en el interior de un cilindro de 0,1 mm. de diámetro.
	Planicidad	□			La superficie plana deberá estar contenida entre dos planos paralelos separados 0,05 mm.
	Redondez	○			El contorno circular de cualquier sección transversal deberá estar contenido entre dos circunferencias concéntricas cuya diferencia de radios es 0,05 mm.
	Cilindridad	Ø			La superficie cilíndrica deberá estar contenida entre dos cilindros coaxiales cuya diferencia de radios es 0,05 mm.

Figura 13: Ejemplos.

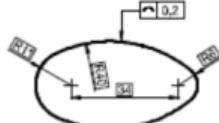
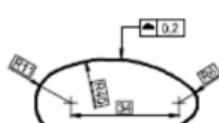
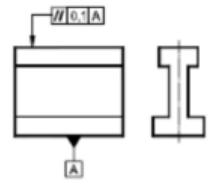
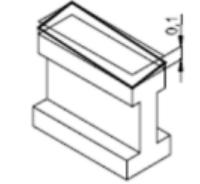
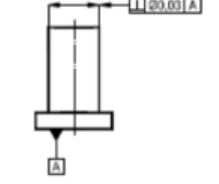
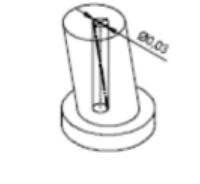
TIPO DE TOLERANCIA	CARACTERISTICAS	SÍMBOLO	INDICACION EN EL DIBUJO	ZONA DE TOLERANCIA	INTERPRETACION
Forma	Forma de una llave	/			En cada sección perpendicular al plano de proyección, el perfil controlado deberá estar contenido entre dos envolventes de círculos de diámetro 0,2 mm., cuyos centros están situados sobre un perfil geométricamente perfecto.
	Forma de una superficie	D			La superficie controlada deberá estar contenida entre dos superficies envolventes de esferas de diámetro 0,2 mm., cuyos centros están situados sobre una superficie geométricamente perfecta.
Orientación	Paralelismo	//			El plano controlado deberá estar contenido entre dos planos paralelos separados 0,1 mm., y perpendiculares al plano de referencia A.
	Perpendicularidad	L			El eje del cilindro controlado deberá estar contenido dentro de un cilindro de diámetro 0,03 mm., y eje perpendicular al plano de referencia A.

Figura 14: Ejemplos.

EJEMPLOS DE INDICACION E INTERPRETACION DE TOLERANCIAS GEOMETRICAS

(hoja 3 de 4)

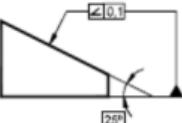
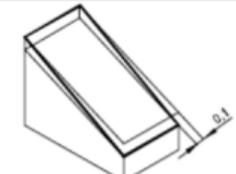
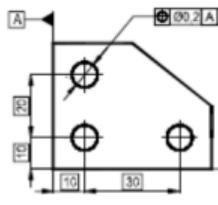
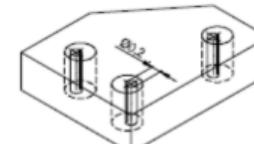
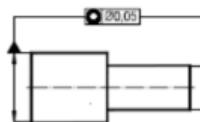
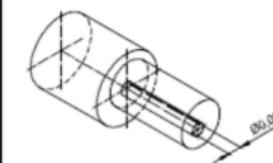
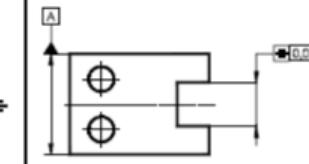
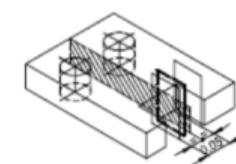
TIPO DE TOLERANCIA	CARACTERISTICAS	SIMBOLO	INDICACION EN EL DIBUJO	ZONA DE TOLERANCIA	INTERPRETACION
Orientación	Inclinación				El plano controlado deberá estar contenido entre dos planos paralelos separados 0.1 mm, e inclinado 25° con respecto al plano de referencia A.
	Posición				Cada uno de los ejes de los tres taladros deberá estar situado dentro de un cilindro de diámetro 0.2 mm, cuyo eje coincidirá con la posición teórica exacta de los ejes de dichos taladros, la cual ha sido establecida con respecto a los planos de referencia A y B.
Situación	Concentricidad y Coaxialidad				El eje del cilindro controlado deberá estar situado dentro de un cilindro de diámetro 0.05 mm, y coaxial con el eje de referencia A.
	Simetría				El plano de simetría de la ranura deberá estar situado entre dos planos paralelos separados 0.05 mm, y situados simétricamente con respecto al plano medio A de referencia.

Figura 15: Ejemplos.



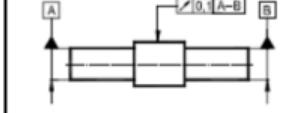
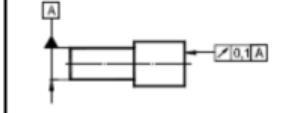
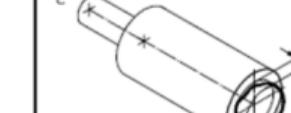
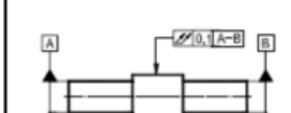
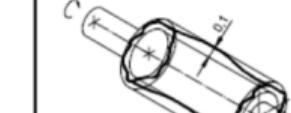
TIPO DE TOLERANCIA	CARACTERISTICAS	SIMBOLO	INDICACION EN EL DIBUJO	ZONA DE TOLERANCIA	INTERPRETACION
Oscilación	Circular				<u>OSCILACION CIRCULAR RADIAL:</u> En cualquier posición de medición radial, la oscilación máxima del contorno de la sección correspondiente está limitada por dos círculos concéntricos cuya diferencia de radios es 0,1 mm, y centro coincidente con el eje de referencia A-B, durante una revolución completa de la pieza alrededor de dicho eje.
					<u>OSCILACION CIRCULAR AXIAL:</u> En cualquier posición de medición axial, la oscilación máxima del contorno de la sección correspondiente está limitada por dos círculos paralelos separados 0,1 mm, y centro coincidente con el eje de referencia A, durante una revolución completa de la pieza alrededor de dicho eje.
	Total				<u>OSCILACION TOTAL RADIAL:</u> En toda la superficie cilíndrica, la máxima oscilación radial que puede presentar la misma está limitada por dos cilindros coaxiales cuya diferencia de radios es 0,1 mm, y cuyos ejes coinciden con el eje de referencia A-B, durante varias revoluciones de la pieza alrededor de dicho eje y con desplazamiento axial del equipo de medida.
					<u>OSCILACION TOTAL AXIAL:</u> En toda la superficie especificada, la máxima oscilación axial que puede presentar la misma está limitada por dos planos paralelos separados 0,1 mm, y perpendiculares al eje de referencia A, durante varias revoluciones de la pieza alrededor de dicho eje y con desplazamiento radial del instrumento de medida.

Figura 16: Ejemplos.



## Dibujo de Ingeniería - 15232-0-A-2

### Presentación 09: Tolerancias y Ajustes

**M.Sc. Estefano Matías Muñoz Moya**

Universidad de Santiago de Chile  
Facultad de Ingeniería - Departamento de Ingeniería Mecánica  
Av. Bdo. O'Higgins 3363 - Santiago - Chile  
Laboratorio de Biomecánica y Biomateriales  
e-mail: [estefano.munoz@usach.cl](mailto:estefano.munoz@usach.cl)

INGENIERÍA CIVIL MECÁNICA  
14 de mayo de 2021