

4.3.2

TOLERANCIAS DIMENSIONALES

Precisión de fabricación

Precisión

Tolerancia

Parámetros

Representación

Tol. generales

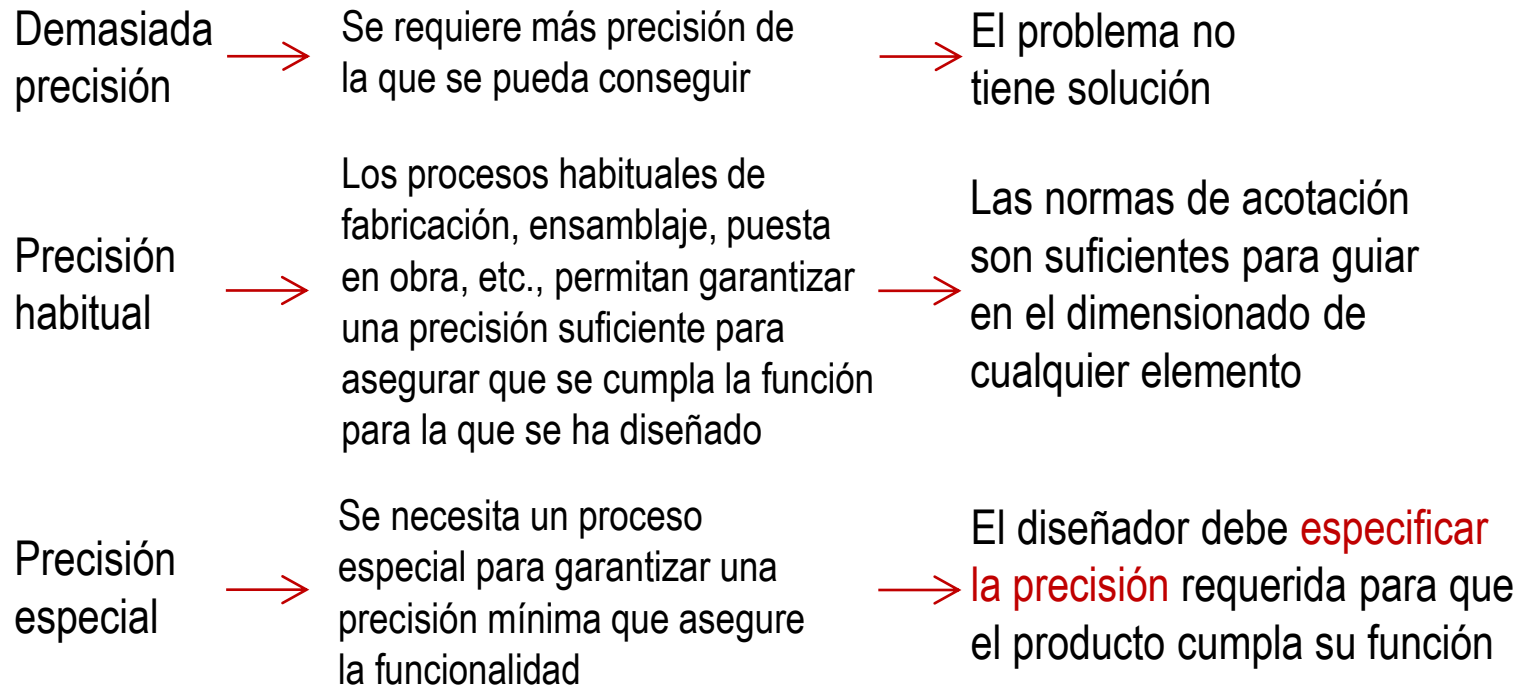
Verificación

Conclusiones

Tablas ISO

Al fabricar es imposible conseguir con total exactitud las medidas de las piezas diseñadas

Dependiendo de la precisión requerida, se pueden dar tres circunstancias:

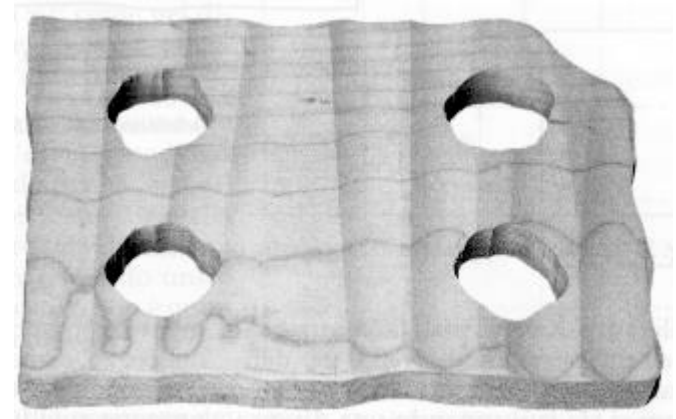
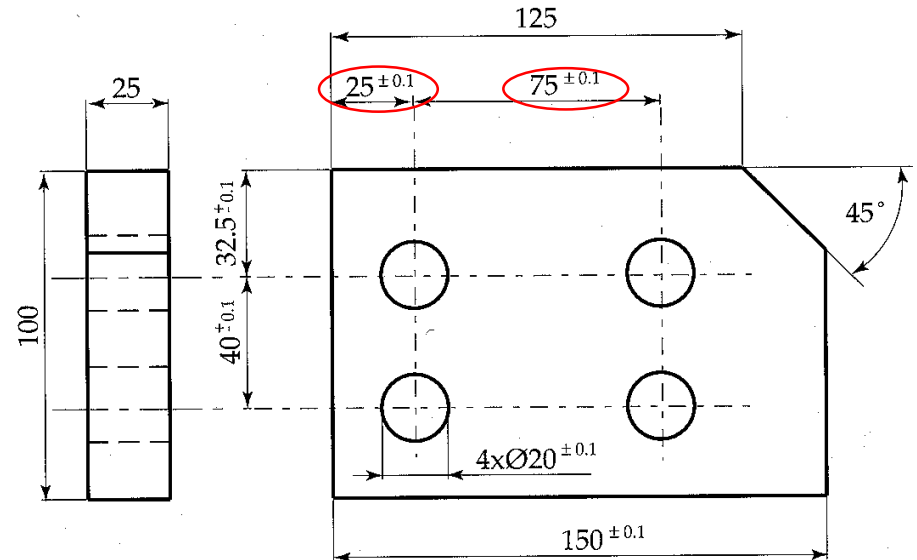


La forma normalizada de especificar las precisiones especiales son las **tolerancias dimensionales**

Tolerancias dimensionales

Las tolerancias dimensionales consisten en:

- ✓ Identificar la magnitud por medio de la misma simbología empleada para acotar
- ✓ Indicar las desviaciones aceptables en el lugar destinado a la cifra de cota
- ✓ Aceptar como válida cualquier pieza que esté dentro de los límites prescritos



Precisión

Tolerancia

Parámetros

Representación

Tol. generales

Verificación

Conclusiones

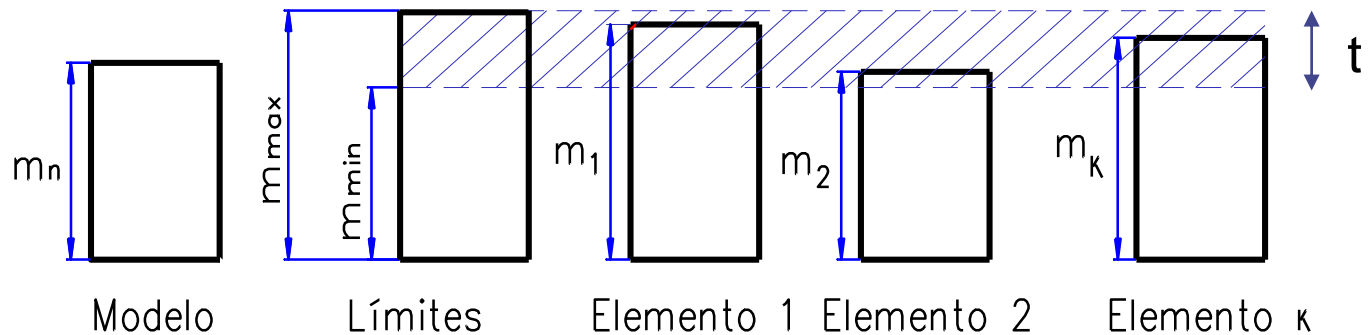
Tablas ISO

Parámetros de tolerancia

Precisión
Tolerancia
Parámetros
Representación
Tol. generales
Verificación
Conclusiones
Tablas ISO

La norma UNE-EN ISO 286-1:2011 define los siguientes **parámetros** vinculados a las tolerancias dimensionales:

- ✓ Medida **nominal** (m_n) es el valor ideal de diseño
- ✓ Medida **inferior** (m_{\min}) es la medida mínima compatible con el diseño
- ✓ Medida **superior** (m_{\max}) es la medida máxima compatible con el diseño
- ✓ La medida real de los productos fabricados (m_1, m_2, \dots, m_k) puede oscilar libremente entre estos límites



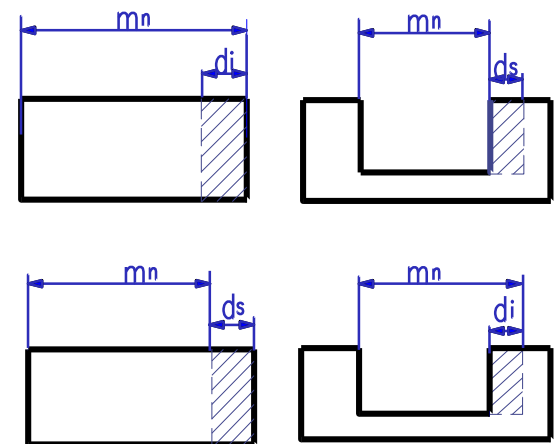
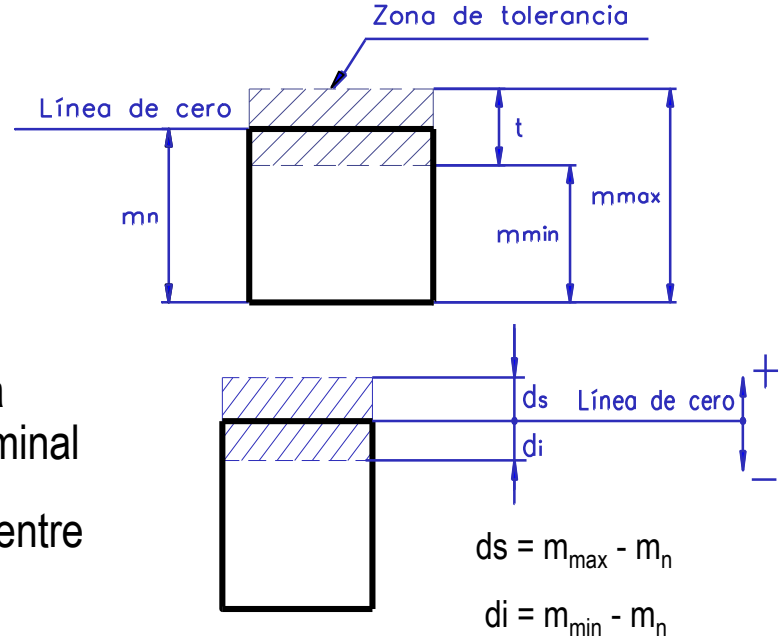
- ✓ La diferencia entre el límite superior y el inferior se denomina **tolerancia**

$$t = m_{\max} - m_{\min} \quad t > 0, \text{ porque } t = 0 \text{ es inviable}$$

Parámetros de tolerancia

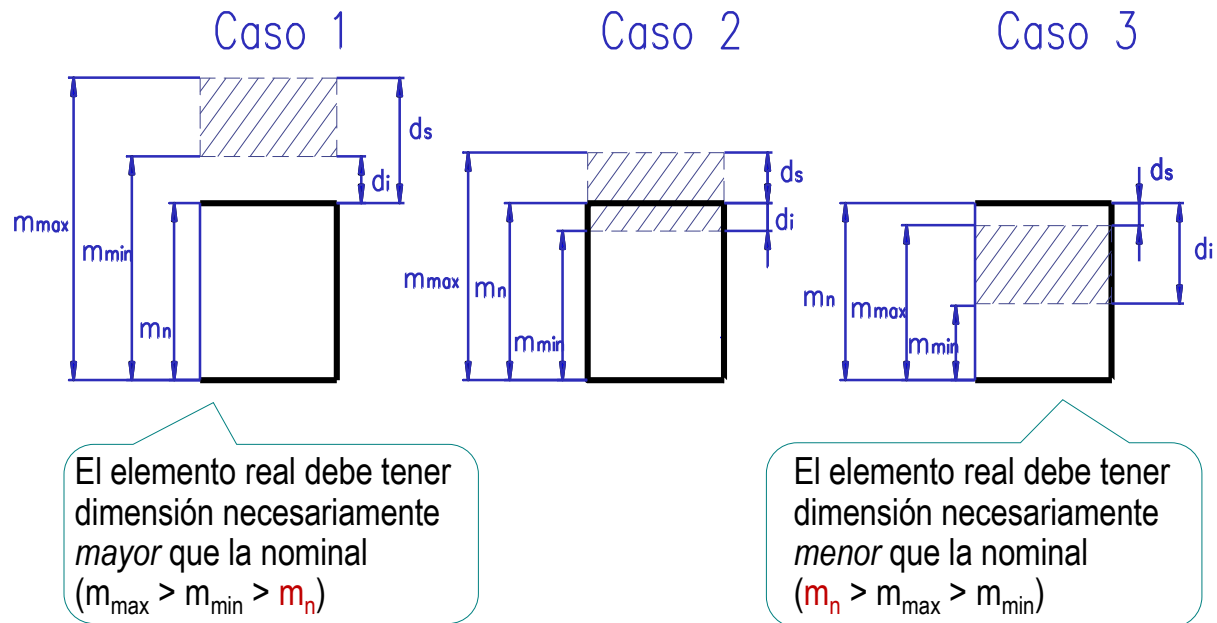
Precisión
Tolerancia
Parámetros
Representación
Tol. generales
Verificación
Conclusiones
Tablas ISO

- ✓ El área comprendida entre las líneas de referencia de ambos límites es la **zona de tolerancia**
- ✓ La medida nominal es la **línea de cero** (o línea de referencia)
- ✓ La **desviación superior** es la diferencia entre el límite máximo y la medida nominal
- ✓ La **desviación inferior** es la diferencia entre el límite mínimo y la medida nominal
- ✓ **Tolerancias con cero obligado** son aquellas en las que una de las dos desviaciones es nula:
 - ✓ **máximo material** consiste en especificar una desviación superior nula para elemento macizo, o una desviación inferior nula para hueco
 - ✓ **mínimo material** consiste en especificar una desviación inferior nula para elemento macizo, o una desviación superior nula para hueco



Parámetros de tolerancia

- √ Los signos de las desviaciones dan lugar a tres tipos de **posiciones** de las zonas de tolerancia:



La opción más intuitiva es elegir la medida nominal contenida en la zona de tolerancia (caso 2)...

...pero excluir la medida nominal de la zona de tolerancia permite expresar **ajustes** entre dos piezas con la misma medida nominal



Más detalles sobre Ajustes en 4.3.3

Representación de tolerancias

Precisión

Tolerancia

Parámetros

Representación

Tol. generales

Verificación

Conclusiones

Tablas ISO

Las tolerancias dimensionales se pueden representar de tres modos:

1 Límites

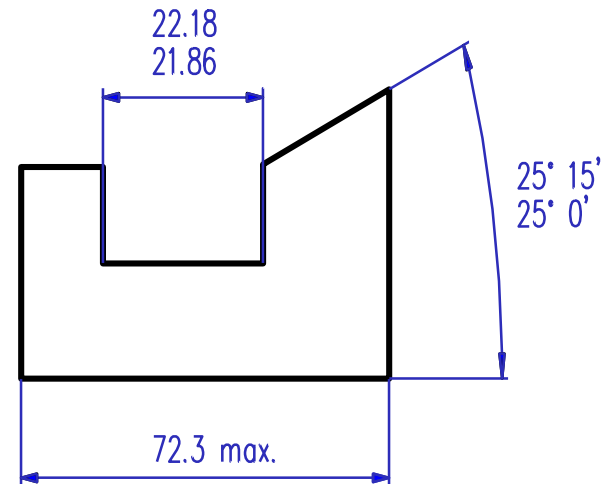
✓ Se consigna la medida límite superior encima de la inferior (que ocupa el lugar de la cifra de cota)

2 Desviaciones

✓ Este método es poco utilizado porque no refleja la medida nominal

3 Clase ISO de tolerancia

✓ Cuando sólo debe darse el límite máximo o el mínimo se pone la cifra que corresponde al límite, seguida de la indicación 'máx.' o 'min.'



Representación de tolerancias

Las tolerancias dimensionales se pueden representar de tres modos:

1 Límites

✓ Se anota el valor de la tolerancia a la derecha de la cifra de la medida nominal

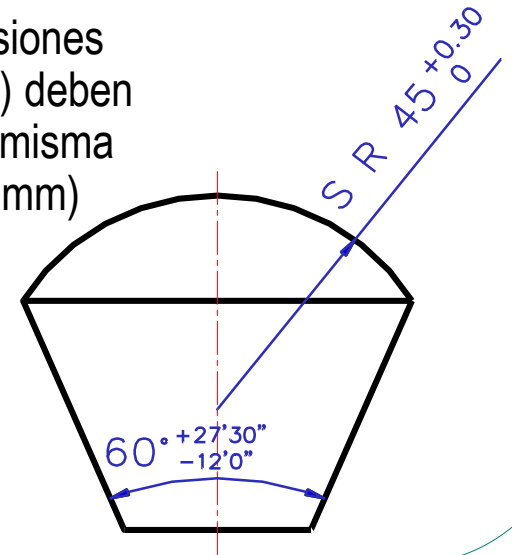
2 Desviaciones

✓ La tolerancia se da desglosada en medida nominal, desviación superior y desviación inferior

✓ Se consigna la desviación superior sobre la inferior

3 Clase ISO de tolerancia

✓ Todas las cifras (dimensiones nominales y tolerancias) deben estar expresadas en la misma unidad (usualmente en mm)



Representación de tolerancias

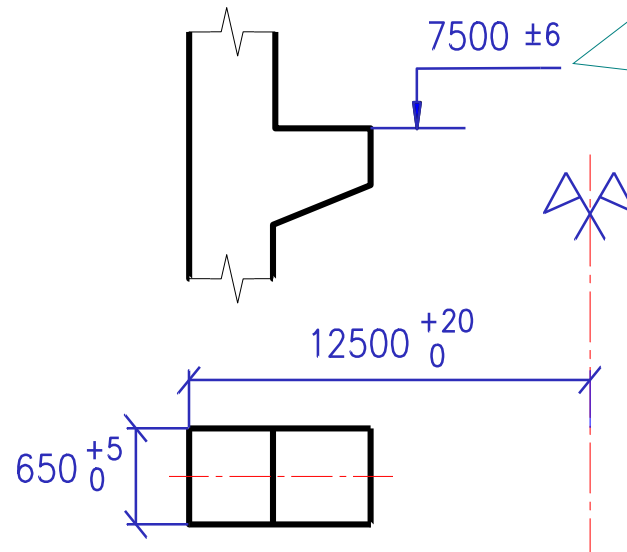
Las tolerancias dimensionales se pueden representar de tres modos:

- 1 Límites
- 2 Desviaciones
- 3 Clase ISO de tolerancia



Existe un método de indicación de tolerancias para edificación definido en UNE-EN ISO 6284:2000

Es válido tanto para tolerancias de **dimensiones** como de **posición**



Representación de tolerancias

Las tolerancias dimensionales se pueden representar de tres modos:

1 Límites

2 Desviaciones

3 Clase ISO de tolerancia



Las excepciones en las desviaciones son:

- ✓ Una de las dos desviaciones es nula
En tal caso se consigna el valor 0 (sin signo ni decimales) en la posición de dicha desviación
- ✓ Ambas desviaciones son iguales y de signo contrario (tolerancia simétrica)
En tal caso se consigna la cifra una sola vez, precedida del signo \pm
- ✓ Si se emplea una unidad para todas las desviaciones, distinta de la unidad de las medidas nominales, ésta se indicará en la correspondiente nota del bloque de títulos
- ✓ Si son unas pocas tolerancias las que se expresan en una unidad distinta a la del resto, se indicará tal unidad a continuación de cada cifra

Precisión

Tolerancia

Parámetros

Representación

Tol. generales

Verificación

Conclusiones

Tablas ISO

Representación de tolerancias

Precisión

Tolerancia

Parámetros

Representación

Tol. generales

Verificación

Conclusiones

Tablas ISO

Las tolerancias dimensionales se pueden representar de tres modos:

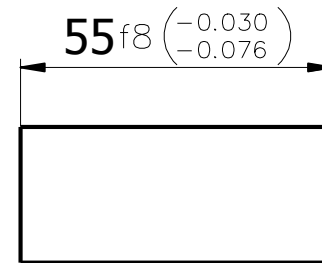
1 Límites

2 Desviaciones

3 Clase ISO de tolerancia

El sistema ISO (UNE-EN ISO 286-1:2011) anota la tolerancia a continuación de la medida nominal mediante un código que indica:

- ✓ La **posición** de la zona de tolerancia, que, según los casos, viene dada por la desviación superior (d_s) o la inferior (d_i)
- ✓ La anchura, o '**calidad**', de la zona de tolerancia (t)



¡Se recomienda complementar esta indicación de la tolerancia consignando a continuación y entre paréntesis los valores de las desviaciones!

Representación de tolerancias

- Precisión
- Tolerancia
- Parámetros
- Representación**
- Tol. generales
- Verificación
- Conclusiones
- Tablas ISO

La norma ISO (UNE-EN ISO 286-1:2011) define 18 **calidades**, o anchuras de la zona de tolerancia, que se denominan **índices de tolerancia (IT)**

- ✓ No son valores absolutos, sino relativos a la medida nominal
- ✓ No varían continuamente, sino por grupos:

Por ejemplo, para una medida nominal de 55 y una calidad de 8, la anchura de la zona de tolerancia es de 0,046 mm

Grupos de medidas nominales	CALIDADES (μm)																	
	IT 01	IT 0	IT 1	IT 2	IT 3	IT 4	IT 5	IT 6	IT 7	IT 8	IT 9	IT 10	IT 11	IT 12	IT 13	IT 14	IT 15	IT 16
Hasta 3	0.3	0.5	0.8	1.2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600
>3 a 6	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	750
>6 a 10	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900
>10 a 18	0.5	0.8	1.2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700	1100
>18 a 30	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840	1300
>30 a 50	0.6	1	1.5	2.5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1000	1600
>50 a 80	0.8	1.2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1200	1900



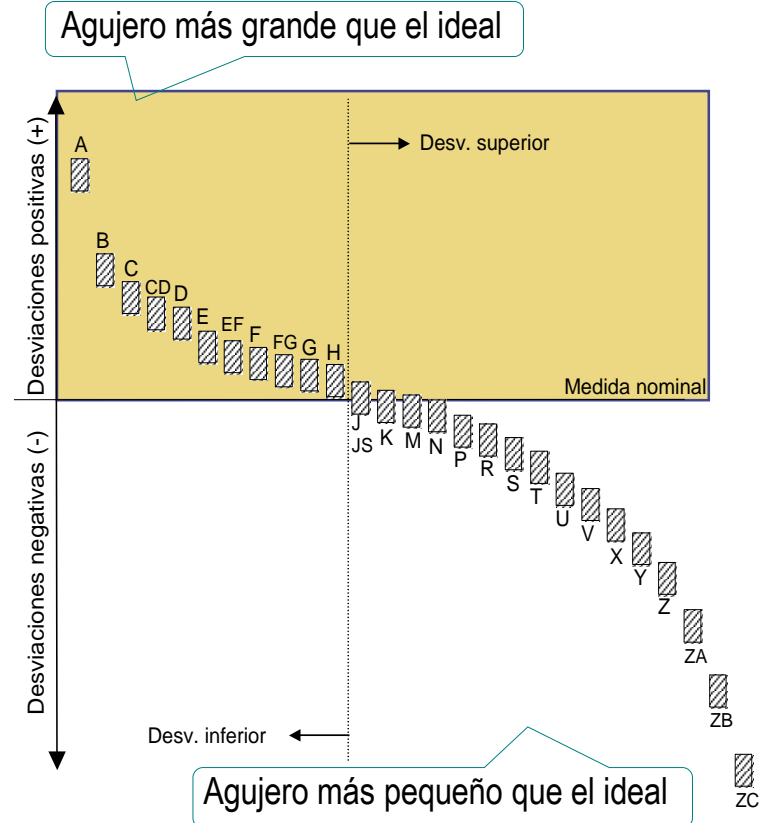
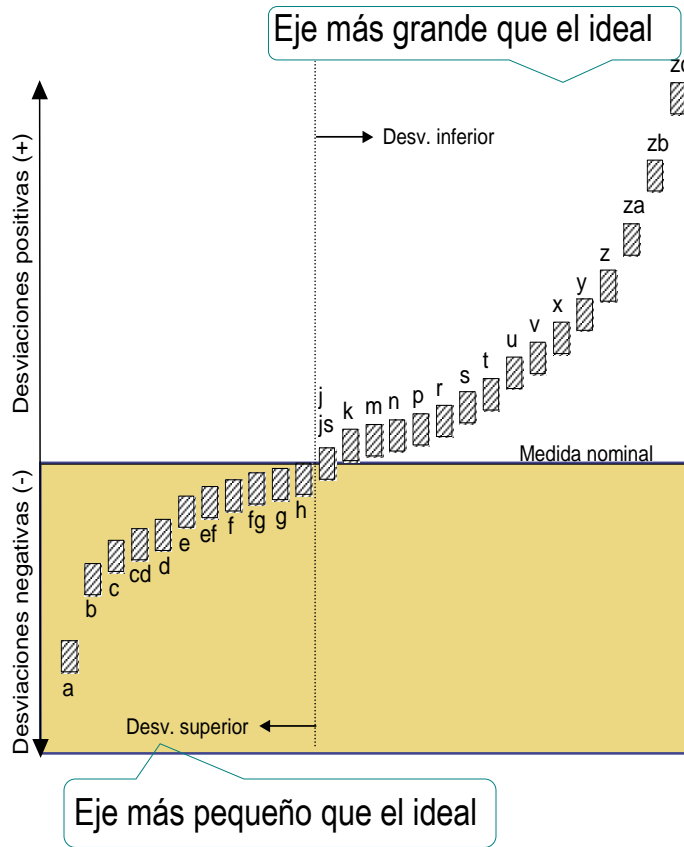
La tabla completa se puede consultar al final de la lección

Representación de tolerancias

La posición de la zona de tolerancia viene dada por una o dos letras cuyo significado se explica en las siguientes figuras:

Letras minúsculas para elementos macizos (ejes)

Letras mayúsculas para elementos huecos (agujeros)



Representación de tolerancias

Para transformar la zona de tolerancia en el valor numérico de la desviación superior o inferior hay que consultar las tablas de desviaciones de la norma ISO (UNE-EN ISO 286-1:2011) :

- ✓ La figura ilustra el procedimiento de búsqueda de una tolerancia **f** para una medida nominal de **55 mm**
- ✓ Por ser una letra **minúscula**, corresponde buscar en las tablas de ejes
- ✓ Por ser una letra **anterior a la h**, el valor obtenido corresponde con la desviación superior

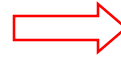
Posición		a	b	c	cd	d	e	ef	f	fg	g	h
Calidad		Todas las calidades										
Desv. fundamental		Desviación superior ds (μm)										
nominales (mm)	$d \leq 3$	-270	-140	-60	-34	-20	-14	-10	-6	-4	-2	0
	$3 < d \leq 6$	-270	-140	-70	-46	-30	-20	-14	-10	-6	-4	0
	$6 < d \leq 10$	-280	-150	-80	-56	-40	-25	-18	-13	-8	-5	0
	$10 < d \leq 18$	-290	-150	-95	---	-50	-32	---	-16	---	-6	0
	$18 < d \leq 30$	-300	-160	-110	---	-65	-40	---	-20	---	-7	0
	$30 < d \leq 40$	-310	-170	-120	---	-80	-50	---	-25	---	-9	0
	$40 < d \leq 50$	-320	-180	-130	---	-80	-50	---	-25	---	-9	0
	$50 < d \leq 65$	-340	-190	-140	---	-100	-60	---	-30	---	-10	0
	$65 < d \leq 80$	-360	-200	-150	---	-100	-60	---	-30	---	-10	0
$80 < d \leq 100$	-380	-220	-170	---	-100	-60	---	-30	---	-10	0	



Las tablas completas se pueden consultar al final de la lección

Representación de tolerancias

El sistema ISO permite demasiadas tolerancias



Para reducir costes, se definen subconjuntos de tolerancias recomendadas

				g5	h5	js5	k5	m5	n5	p5	r5	s5	t5	
		f6	g6	h6	js6	k6	m6	n6	p6	r6	s6	t6		
	e7	f7		h7	js7	k7	m7	n7	p7	r7	s7	t7	u7	
d8	e8	f8		h8										
	d9	e9		h9										
d10				h10										
a11	b11	c11												
					G6	H6	JS6	K6	M6	N6	P6	R6	S6	T6
		F7	G7	H7	JS7	K7	M7	N7	P7	R7	S7	T7		
	E8	F8		H8	JS8	K8	M8	N8	P8	R8				
D9	E9	F9		H9										
D10	E10			H10										

Un subgrupo (recuadro y negrita) contiene las tolerancias preferentes

- Precisión
- Tolerancia
- Parámetros
- Representación**
- Tol. generales
- Verificación
- Conclusiones
- Tablas ISO

Tolerancias generales

- Precisión
- Tolerancia
- Parámetros
- Representación
- Tol. generales**
- Verificación
- Conclusiones
- Tablas ISO

Las tolerancias generales se utilizan para garantizar la calidad del producto final, sin tener que indicar las tolerancias admisibles para todas y cada una de las formas de los numerosos elementos característicos en que se descompone cualquier producto

La norma ISO 2768-1:1989 (UNE-EN 22768-1:1994) define la tolerancia general dimensional como sigue:

- ✓ Afectan a todos los elementos de la pieza, a excepción de los elementos que posean una indicación individual de tolerancia
- ✓ Se distinguen cuatro **clases** de tolerancia, de forma que el valor de la tolerancia depende de la clase elegida y de la dimensión nominal
- ✓ Se aplican tanto a dimensiones lineales como a dimensiones angulares
- ✓ Se distingue además entre dimensiones lineales, aristas matadas y dimensiones angulares


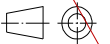
Tolerancias para dimensiones lineales, excepto aristas matadas									
Clase de tolerancia		Desviaciones admisibles respecto al valor nominal (en mm)							
Design	Descripción	0,5 (*) hasta 3	Más de 3 hasta 6	Más de 6 hasta 30	Más de 30 hasta 120	Más de 120 hasta 400	Más de 400 hasta 1000	Más de 1000 hasta 2000	Más de 2000 hasta 4000
f	fina	±0.05	±0.05	±0.1	±0.15	±0.2	±0.3	±0.5	-
m	media	±0.1	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	±2
c	grosera	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	±2	±3	±4
v	muy grosera	-	±0.5	±1	±1.5	±2.5	±4	±6	±8

Tolerancias generales

- Precisión
- Tolerancia
- Parámetros
- Representación
- Tol. generales**
- Verificación
- Conclusiones
- Tablas ISO

Para indicar la condición de tolerancia general basta:

- ✓ Invocar la norma correspondiente (por ejemplo UNE-EN 22768-93, ó ISO 2768)
- en el bloque de títulos
- ✓ Acompañar la referencia a la norma con los dos códigos de las clases de tolerancia que se aplican (dimensional y geométrica)
- ✓ Opcionalmente, se puede añadir la tabla con las desviaciones admisibles en las clases de tolerancia elegidas

Dimensiones lineales	Hasta 6	> 6 - 30	> 30 - 120	> 120 - 400	> 400 - 1000	> 1000 - 2000	> 2000 - 4000
Tolerancias	± 0.1	± 0.2	± 0.3	± 0.5	± 0.8	± 1.2	± 2.0
Observaciones:	Título:					Plano nº:	
Tolerancias generales según norma ISO 2768 mK						Hoja nº: de	
Escala	Un. dim. mm		Dibujado por:		Fecha:		
1:1			Comprobado por:		Fecha:		



La indicación de tolerancia general es muy restrictiva, porque obliga a comprobar TODAS las medidas

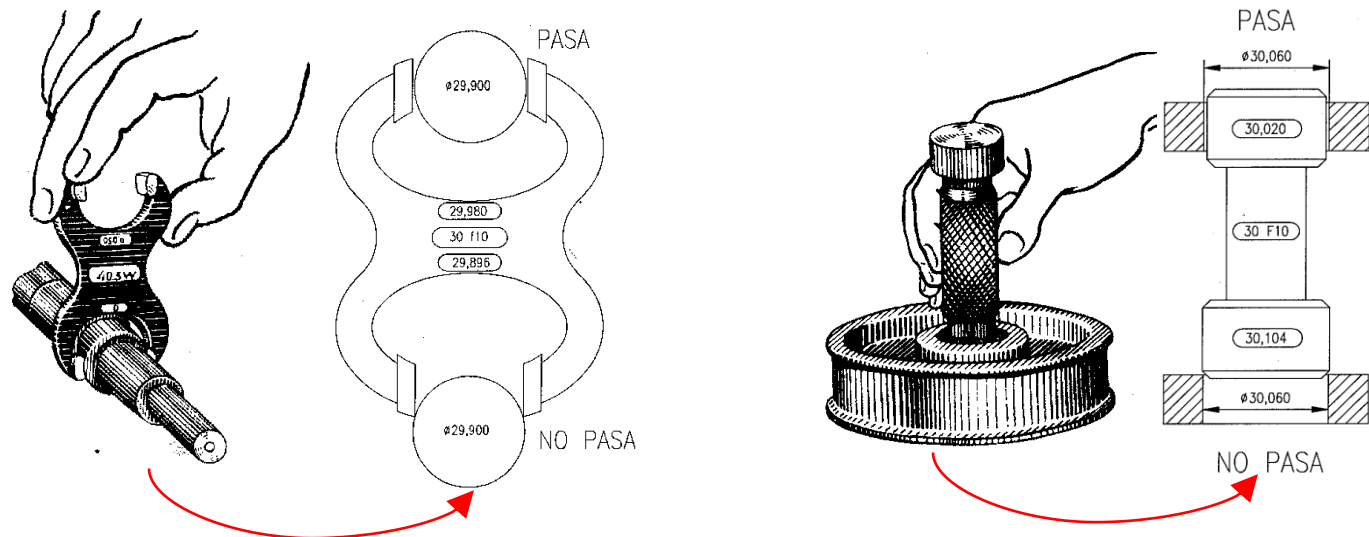
Verificación de tolerancias

Precisión
Tolerancia
Parámetros
Representación
Tol. generales
Verificación
Conclusiones
Tablas ISO

Cuando se asignan tolerancias a los diseños es conveniente tener presente que se está exigiendo que se realice un proceso de validación/rechazo de las piezas fabricadas

Se emplean diferentes métodos de inspección y control de calidad para comprobar las dimensiones de las piezas construidas

El método más habitual a pie de máquina son los calibres “pasa - no pasa”

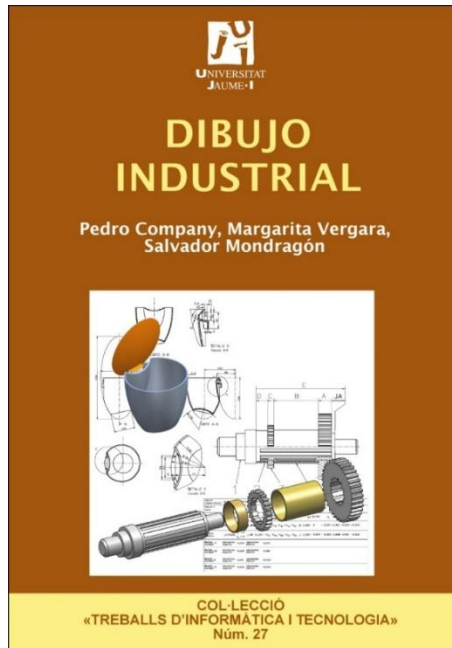


Conclusiones

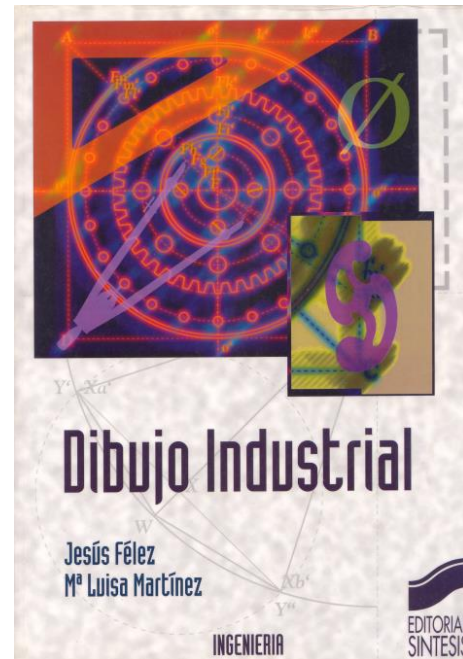
- Precisión
- Tolerancia
- Parámetros
- Representación
- Tol. generales
- Verificación
- Conclusiones**
- Tablas ISO

- 1 Las tolerancias dimensionales especifican los errores admisibles en las dimensiones
- 2 Se deben indicar cuando se necesite un proceso especial para garantizar una precisión mínima
- 3 Se indican con una simbología complementaria a la acotación, que tiene tres variantes:
 - √ Límites
 - √ Desviaciones
 - √ Clases ISO
- 4 Las “buenas prácticas” están recogidas en:
 - √ Sistemas de acotación (a destacar el ISO)
 - √ Tolerancias preferentes
 - √ Experiencia
- 5 Están ligadas a los ajustes

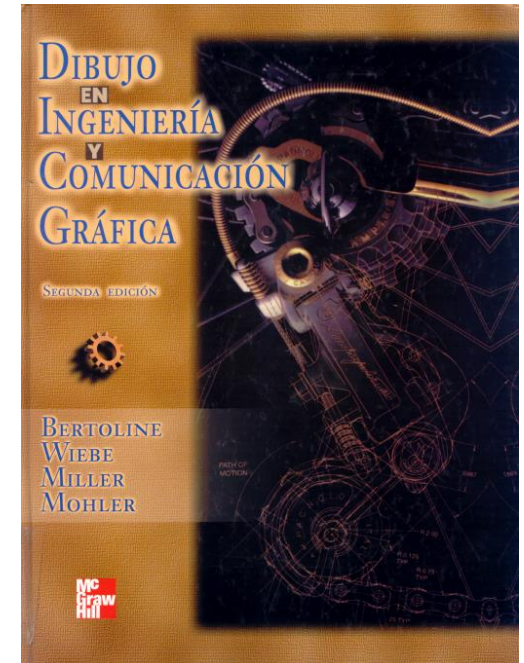
Para repasar



Capítulo 2.5:
Tolerancias dimensionales



Capítulo 7:
tolerancias dimensionales



Capítulo 15:
Prácticas para dimensionamiento y tolerancias

Tablas ISO 286

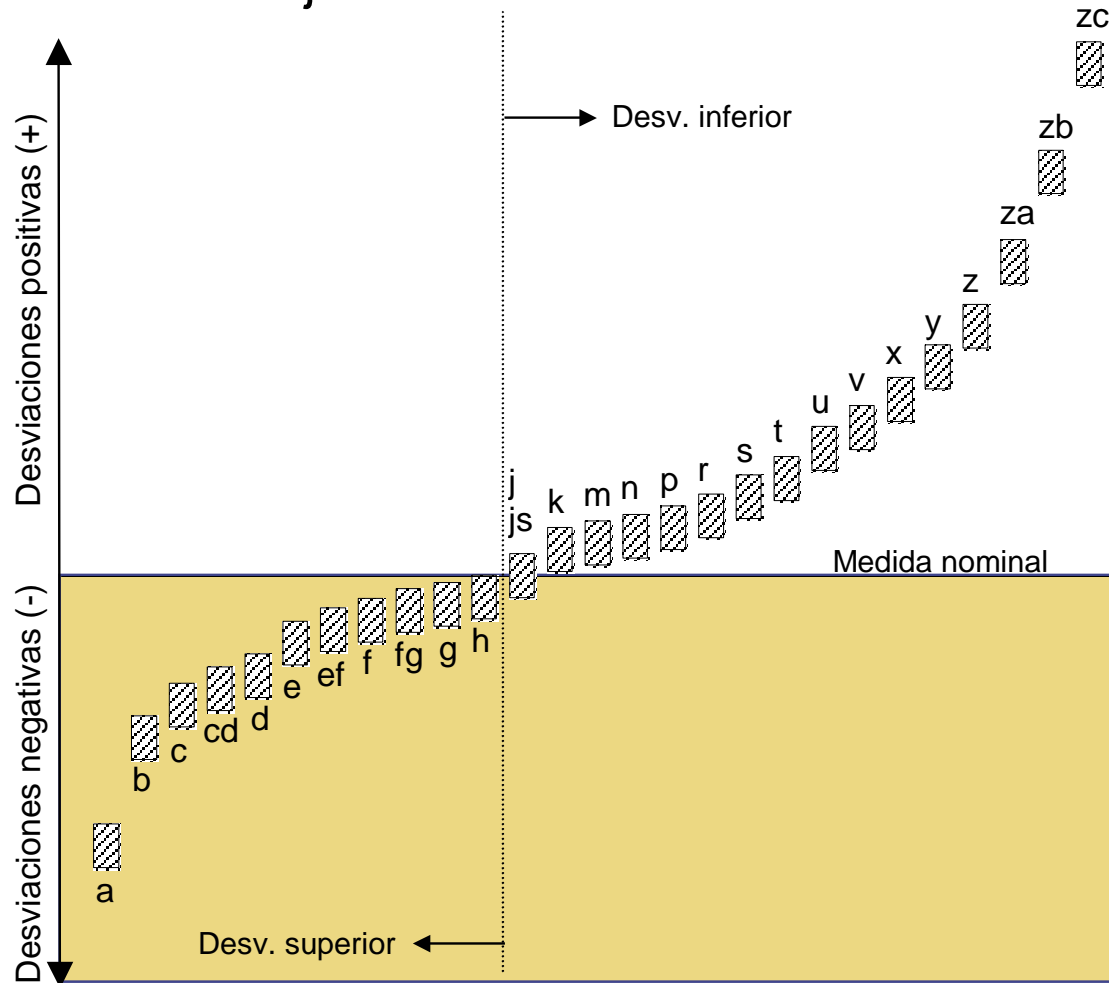
La tabla contiene las tolerancias correspondientes a las diferentes calidades y rangos de medidas nominales

Grupos de medidas nominales	CALIDADES (μm)																	
	IT 01	IT 0	IT 1	IT 2	IT 3	IT 4	IT 5	IT 6	IT 7	IT 8	IT 9	IT 10	IT 11	IT 12	IT 13	IT 14	IT 15	IT 16
Hasta 3	0.3	0.5	0.8	1.2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600
>3 a 6	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	750
>6 a 10	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900
>10 a 18	0.5	0.8	1.2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700	1100
>18 a 30	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840	1300
>30 a 50	0.6	1	1.5	2.5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1000	1600
>50 a 80	0.8	1.2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1200	1900
>80 a 120	1	1.5	2.5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1400	2200
>120 a 180	1.2	2	3.5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600	2500
>180 a 250	2	3	4.5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1150	1850	2900
>250 a 315	2.5	4	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1300	2100	3200
>315 a 400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	670	890	1400	2300	3600
>400 a 500	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1550	2500	4000

Ultra-precisión Instrum. de medida Piezas de máquinas de precisión Piezas que deben ensamblar

Tablas ISO 286

La figura muestra gráficamente las posiciones relativas de las zonas de tolerancias ISO para desviaciones de los ejes



- Precisión
- Tolerancia
- Parámetros
- Representación
- Tol. generales
- Verificación
- Conclusión
- Tablas ISO**

Tablas ISO 286

Las tablas muestran las desviaciones para las distintas posiciones relativas de las zonas de tolerancias ISO para los ejes:

Posición	a	b	c	cd	d	e	ef	f	fg	g	h	
Calidad	Todas las calidades											
Desv. fundamental	Desviación superior ds (µm)											
Grupos de medidas nominales (mm)	$d \leq 3$	- 270	- 140	- 60	- 34	- 20	- 14	- 10	- 6	- 4	- 2	0
	$3 < d \leq 6$	- 270	- 140	- 70	- 46	- 30	- 20	- 14	- 10	- 6	- 4	0
	$6 < d \leq 10$	- 280	- 150	- 80	- 56	- 40	- 25	- 18	- 13	- 8	- 5	0
	$10 < d \leq 18$	- 290	- 150	- 95	—	- 50	- 32	—	- 16	—	- 6	0
	$18 < d \leq 30$	- 300	- 160	- 110	—	- 65	- 40	—	- 20	—	- 7	0
	$30 < d \leq 40$	- 310	- 170	- 120	—	- 80	- 50	—	- 25	—	- 9	0
	$40 < d \leq 50$	- 320	- 180	- 130	—	- 100	- 60	—	- 30	—	- 10	0
	$50 < d \leq 65$	- 340	- 190	- 140	—	- 120	- 72	—	- 36	—	- 12	0
	$65 < d \leq 80$	- 360	- 200	- 150	—	- 145	- 85	—	- 43	—	- 14	0
	$80 < d \leq 100$	- 380	- 220	- 170	—	- 170	- 100	—	- 50	—	- 15	0
	$100 < d \leq 120$	- 410	- 240	- 180	—	- 190	- 110	—	- 56	—	- 17	0
	$120 < d \leq 140$	- 460	- 260	- 200	—	- 210	- 125	—	- 65	—	- 18	0
	$140 < d \leq 160$	- 520	- 280	- 210	—	- 230	- 135	—	- 68	—	- 20	0
	$160 < d \leq 180$	- 580	- 310	- 230	—	- 230	- 135	—	- 68	—	- 20	0
	$180 < d \leq 200$	- 660	- 340	- 240	—	- 230	- 135	—	- 68	—	- 20	0
	$200 < d \leq 225$	- 740	- 380	- 260	—	- 230	- 135	—	- 68	—	- 20	0
	$225 < d \leq 250$	- 820	- 420	- 280	—	- 230	- 135	—	- 68	—	- 20	0
	$250 < d \leq 280$	- 920	- 480	- 300	—	- 230	- 135	—	- 68	—	- 20	0
$280 < d \leq 315$	- 1050	- 540	- 330	—	- 230	- 135	—	- 68	—	- 20	0	
$315 < d \leq 355$	- 1200	- 600	- 360	—	- 230	- 135	—	- 68	—	- 20	0	
$355 < d \leq 400$	- 1350	- 680	- 400	—	- 230	- 135	—	- 68	—	- 20	0	
$400 < d \leq 450$	- 1500	- 760	- 440	—	- 230	- 135	—	- 68	—	- 20	0	
$450 < d \leq 500$	- 1650	- 840	- 480	—	- 230	- 135	—	- 68	—	- 20	0	

Tablas ISO 286

Precisión
Tolerancia
Parámetros
Representación
Tol. generales
Verificación
Conclusión
Tablas ISO

Posición	j			k		m	n	p	r	s	
Calidad	5, 6	7	8	4,5,6,7	resto	Todas las calidades					
Desv. fundamental	Desviación inferior di (μm)										
Grupos de medida nominal (mm)	$d \leq 3$	- 2	- 4	- 6	+ 0	+ 0	+ 2	+ 4	+ 6	+ 10	+ 14
	$3 < d \leq 6$	- 2	- 4	___	+ 1	+ 0	+ 4	+ 8	+ 12	+ 15	+ 19
	$6 < d \leq 10$	- 2	- 5	___	+ 1	+ 0	+ 6	+ 10	+ 15	+ 19	+ 23
	$10 < d \leq 18$	- 3	- 6	___	+ 1	+ 0	+ 7	+ 12	+ 18	+ 23	+ 28
	$18 < d \leq 30$	- 4	- 8	___	+ 2	+ 0	+ 8	+ 15	+ 22	+ 28	+ 35
	$30 < d \leq 50$	- 5	- 10	___	+ 2	+ 0	+ 9	+ 17	+ 26	+ 34	+ 43
	$50 < d \leq 65$	- 7	- 12	___	+ 2	+ 0	+ 11	+ 20	+ 32	+ 41	+ 53
	+ 43									+ 59	
	$80 < d \leq 100$	- 9	- 15	___	+ 3	+ 0	+ 13	+ 23	+ 37	+ 51	+ 71
	$100 < d \leq 120$									+ 54	+ 79
	$120 < d \leq 140$	- 11	- 18	___	+ 3	+ 0	+ 15	+ 27	+ 43	+ 63	+ 92
	$140 < d \leq 160$									+ 65	+ 100
	$160 < d \leq 180$									+ 68	+ 108
	$180 < d \leq 200$									+ 77	+ 122
	$200 < d \leq 225$	- 13	- 21	___	+ 4	+ 0	+ 17	+ 31	+ 50	+ 80	+ 130
	$225 < d \leq 250$									+ 84	+ 140
	$250 < d \leq 280$	- 16	- 26	___	+ 4	+ 0	+ 20	+ 34	+ 56	+ 94	+ 158
	$280 < d \leq 315$									+ 98	+ 170
	$315 < d \leq 355$									+ 108	+ 190
	$355 < d \leq 400$	- 18	- 28	___	+ 4	+ 0	+ 21	+ 37	+ 62	+ 114	+ 208
$400 < d \leq 450$	+ 126									+ 232	
$450 < d \leq 500$	- 20	- 32	___	+ 5	+ 0	+ 23	+ 40	+ 68	+ 132	+ 252	

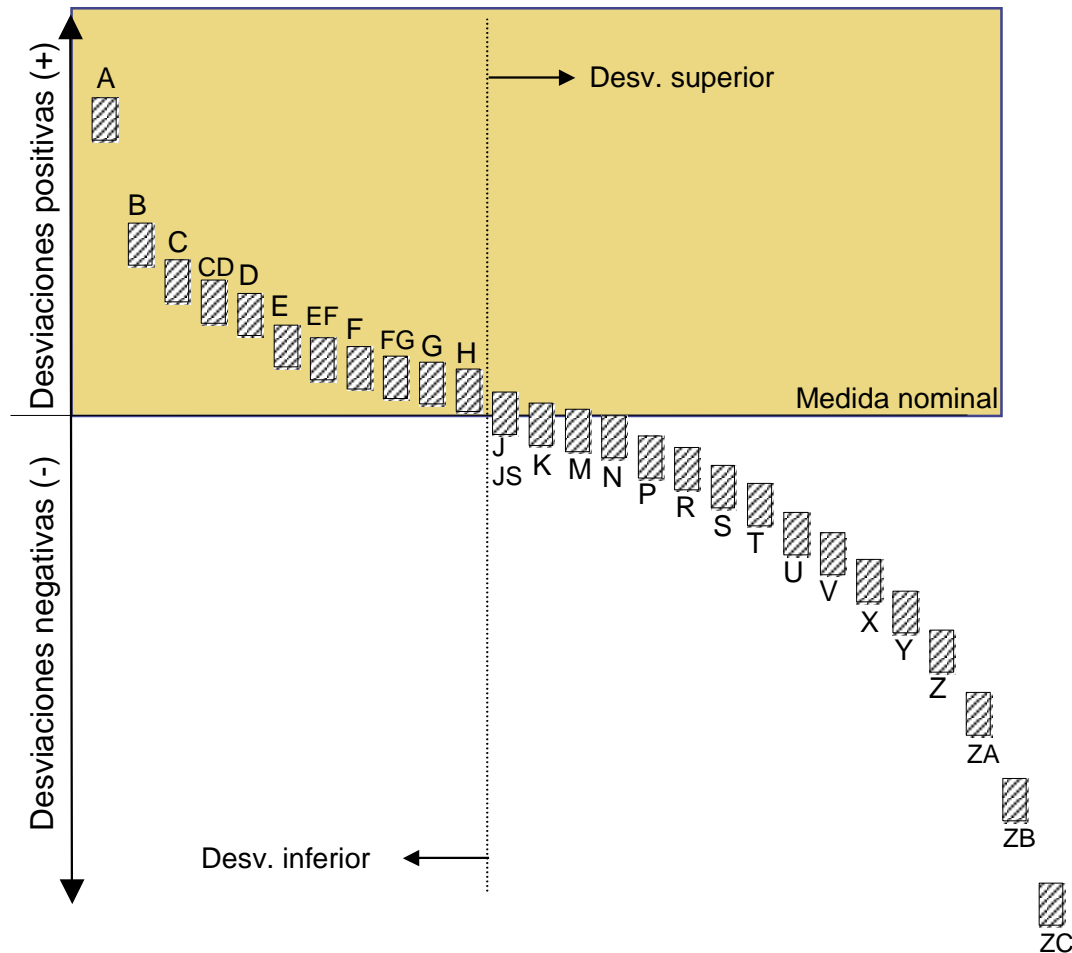
Tablas ISO 286

Precisión
Tolerancia
Parámetros
Representación
Tol. generales
Verificación
Conclusión
Tablas ISO

Posición	t	u	v	x	y	z	za	zb	zc	
Calidad	Todas las calidades									
Desv. fundamental	Desviación inferior d_i (μm)									
Grupos de medidas nominales (mm)	$d \leq 3$	—	+ 18	—	+ 20	—	+ 26	+ 32	+ 40	+ 60
	$3 < d \leq 6$	—	+ 23	—	+ 28	—	+ 35	+ 42	+ 50	+ 80
	$6 < d \leq 10$	—	+ 28	—	+ 34	—	+ 42	+ 52	+ 67	+ 97
	$10 < d \leq 14$	—	+ 33	—	+ 40	—	+ 50	+ 64	+ 90	+ 130
	$14 < d \leq 18$			+ 39	+ 45	—	+ 60	+ 77	+ 108	+ 150
	$18 < d \leq 24$	—	+ 41	+ 47	+ 54	+ 63	+ 73	+ 98	+ 136	+ 188
	$24 < d \leq 30$	+ 41	+ 48	+ 55	+ 64	+ 75	+ 88	+ 118	+ 160	+ 218
	$30 < d \leq 40$	+ 48	+ 60	+ 68	+ 80	+ 94	+ 112	+ 148	+ 200	+ 274
	$40 < d \leq 50$	+ 54	+ 70	+ 81	+ 97	+ 114	+ 136	+ 180	+ 242	+ 325
	$50 < d \leq 65$	+ 66	+ 87	+ 102	+ 122	+ 144	+ 172	+ 226	+ 300	+ 405
	$65 < d \leq 80$	+ 75	+ 102	+ 120	+ 146	+ 174	+ 210	+ 274	+ 360	+ 480
	$80 < d \leq 100$	+ 91	+ 124	+ 146	+ 178	+ 214	+ 258	+ 335	+ 445	+ 585
	$100 < d \leq 120$	+ 104	+ 144	+ 172	+ 210	+ 254	+ 310	+ 400	+ 525	+ 690
	$120 < d \leq 140$	+ 122	+ 170	+ 202	+ 248	+ 300	+ 365	+ 470	+ 620	+ 800
	$140 < d \leq 160$	+ 134	+ 190	+ 228	+ 280	+ 340	+ 415	+ 535	+ 700	+ 900
	$160 < d \leq 180$	+ 146	+ 210	+ 252	+ 310	+ 380	+ 465	+ 600	+ 780	+ 1000
	$180 < d \leq 200$	+ 166	+ 236	+ 284	+ 350	+ 425	+ 520	+ 670	+ 880	+ 1150
	$200 < d \leq 225$	+ 180	+ 258	+ 310	+ 385	+ 470	+ 575	+ 740	+ 960	+ 1250
	$225 < d \leq 250$	+ 196	+ 284	+ 340	+ 425	+ 520	+ 640	+ 820	+ 1050	+ 1350
	$250 < d \leq 280$	+ 218	+ 315	+ 385	+ 475	+ 580	+ 710	+ 920	+ 1200	+ 1550
$280 < d \leq 315$	+ 240	+ 350	+ 425	+ 525	+ 650	+ 790	+ 1000	+ 1300	+ 1700	
$315 < d \leq 355$	+ 268	+ 390	+ 475	+ 590	+ 730	+ 900	+ 1150	+ 1500	+ 1900	
$355 < d \leq 400$	+ 294	+ 435	+ 530	+ 660	+ 820	+ 1000	+ 1300	+ 1650	+ 2100	
$400 < d \leq 450$	+ 330	+ 490	+ 595	+ 740	+ 920	+ 1100	+ 1450	+ 1850	+ 2400	
$450 < d \leq 500$	+ 360	+ 540	+ 660	+ 820	+ 1000	+ 1250	+ 1600	+ 2100	+ 2600	

Tablas ISO 286

La figura muestra gráficamente las posiciones relativas de las zonas de tolerancias ISO para desviaciones de los agujeros



- Precisión
- Tolerancia
- Parámetros
- Representación
- Tol. generales
- Verificación
- Conclusión
- Tablas ISO**

Tablas ISO 286

Las tablas muestran las desviaciones para las distintas posiciones relativas de las zonas de tolerancias ISO para los agujeros:

Posición	A	B	C	CD	D	E	EF	F	FG	G	H	
Calidad	Todas las calidades											
Desv. fundamental	Desviación inferior D_i (μm)											
Grupos de medidas nominales (mm)	$d \leq 3$	+ 270	+ 140	+ 60	+ 34	+ 20	+ 14	+ 10	+ 6	+ 4	+ 2	0
	$3 < d \leq 6$	+ 270	+ 140	+ 70	+ 46	+ 30	+ 20	+ 14	+ 10	+ 6	+ 4	0
	$6 < d \leq 10$	+ 280	+ 150	+ 80	+ 56	+ 40	+ 25	+ 18	+ 13	+ 8	+ 5	0
	$10 < d \leq 18$	+ 290	+ 150	+ 95	—	+ 50	+ 32	—	+ 16	—	+ 6	0
	$18 < d \leq 30$	+ 300	+ 160	+ 110	—	+ 65	+ 40	—	+ 20	—	+ 7	0
	$30 < d \leq 40$	+ 310	+ 170	+ 120	—	+ 80	+ 50	—	+ 25	—	+ 9	0
	$40 < d \leq 50$	+ 320	+ 180	+ 130								
	$50 < d \leq 65$	+ 340	+ 190	+ 140	—	+ 100	+ 60	—	+ 30	—	+ 10	0
	$65 < d \leq 80$	+ 360	+ 200	+ 150								
	$80 < d \leq 100$	+ 380	+ 220	+ 170								
	$100 < d \leq 120$	+ 410	+ 240	+ 180	—	+ 120	+ 72	—	+ 36	—	+ 12	0
	$120 < d \leq 140$	+ 460	+ 260	+ 200								
	$140 < d \leq 160$	+ 520	+ 280	+ 210								
	$160 < d \leq 180$	+ 580	+ 310	+ 230								
	$180 < d \leq 200$	+ 660	+ 340	+ 240	—	+ 145	+ 85	—	+ 43	—	+ 14	0
	$200 < d \leq 225$	+ 740	+ 380	+ 260								
	$225 < d \leq 250$	+ 820	+ 420	+ 280								
$250 < d \leq 280$	+ 920	+ 480	+ 300									
$280 < d \leq 315$	+ 1050	+ 540	+ 330									
$315 < d \leq 355$	+ 1200	+ 600	+ 360	—	+ 170	+ 100	—	+ 50	—	+ 15	0	
$355 < d \leq 400$	+ 1350	+ 680	+ 400									
$400 < d \leq 450$	+ 1500	+ 760	+ 440									
				—	+ 190	+ 110	—	+ 56	—	+ 17	0	
				—	+ 210	+ 125	—	+ 65	—	+ 18	0	
				—	+ 230	+ 135	—	+ 68	—	+ 20	0	

Tablas ISO 286

Precisión
Tolerancia
Parámetros
Representación
Tol. generales
Verificación
Conclusión
Tablas ISO

Posición		J			K				M				
Calidad		6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8	≥ 9
Desv. fundamental		Desviación superior D _s (μm)											
Grupos de medidas nominales (mm)	$d \leq 3$	+ 2	+ 4	+ 6	0	0	0	0	- 2	- 2	- 2	- 2	- 2
	$3 < d \leq 6$	+ 5	+ 6	+ 10	0	+ 2	+ 3	+ 5	- 3	- 1	0	+ 2	- 4
	$6 < d \leq 10$	+ 5	+ 8	+ 12	+ 1	+ 2	+ 5	+ 6	- 4	- 3	0	+ 1	- 6
	$10 < d \leq 18$	+ 6	+ 10	+ 15	+ 2	+ 2	+ 6	+ 8	- 4	- 4	0	+ 2	- 7
	$18 < d \leq 30$	+ 8	+ 12	+ 20	+ 1	+ 2	+ 6	+ 10	- 5	- 4	0	+ 4	- 8
	$30 < d \leq 50$	+ 10	+ 14	+ 24	+ 2	+ 3	+ 7	+ 12	- 5	- 4	0	+ 5	- 9
	$50 < d \leq 80$	+ 13	+ 18	+ 28	+ 3	+ 4	+ 9	+ 14	- 6	- 5	0	+ 5	- 11
	$80 < d \leq 120$	+ 16	+ 22	+ 34	+ 2	+ 4	+ 10	+ 16	- 8	- 6	0	+ 6	- 13
	$120 < d \leq 180$	+ 18	+ 26	+ 41	+ 3	+ 4	+ 12	+ 20	- 9	- 8	0	+ 8	- 15
	$180 < d \leq 250$	+ 22	+ 30	+ 47	+ 2	+ 5	+ 13	+ 22	- 11	- 8	0	+ 9	- 17
	$250 < d \leq 315$	+ 25	+ 36	+ 55	+ 3	+ 5	+ 16	+ 25	- 13	- 9	0	+ 9	- 20
	$315 < d \leq 400$	+ 29	+ 39	+ 60	+ 3	+ 7	+ 17	+ 28	- 14	- 10	0	+ 11	- 21
$400 < d \leq 450$	+ 33	+ 43	+ 66	+ 2	+ 8	+ 18	+ 29	- 16	- 10	0	+ 11	- 23	

Tablas ISO 286

Precisión
Tolerancia
Parámetros
Representación
Tol. generales
Verificación
Conclusión
Tablas ISO

Posición		N					P				R			
Calidad		5	6	7	8	≥ 9	5	6	7	≥ 8	5	6	7	≥ 8
Desv. fundamental		Desviación superior D _s (μm)												
Grupos de medidas nominales (mm)	$d \leq 3$	-4	-4	-4	-4	-4	-6	-6	-6	-6	-10	-10	-10	-10
	$3 < d \leq 6$	-7	-5	-4	-2	0	-11	-9	-8	-12	-14	-12	-11	-15
	$6 < d \leq 10$	-8	-7	-4	-3	0	-13	-12	-9	-15	-17	-16	-13	-19
	$10 < d \leq 18$	-9	-9	-5	-3	0	-15	-15	-11	-18	-20	-20	-16	-23
	$18 < d \leq 30$	-12	-11	-7	-3	0	-19	-18	-14	-22	-25	-24	-20	-28
	$30 < d \leq 50$	-13	-12	-8	-3	0	-22	-21	-17	-26	-30	-29	-25	-34
	$50 < d \leq 65$	-15	-14	-9	-4	0	-27	-26	-21	-32	-36	-35	-30	-41
	-38										-37	-32	-43	
	$80 < d \leq 100$	-18	-16	-10	-4	0	-32	-30	-24	-37	-46	-44	-38	-51
	$100 < d \leq 120$										-49	-47	-41	-54
	$120 < d \leq 140$										-57	-56	-48	-63
	$140 < d \leq 160$	-21	-20	-12	-4	0	-37	-36	-28	-43	-59	-58	-50	-65
	$160 < d \leq 180$										-62	-61	-53	-68
	$180 < d \leq 200$	-25	-22	-14	-5	0	-44	-41	-33	-50	-71	-68	-60	-77
	$200 < d \leq 225$										-74	-71	-63	-80
	$225 < d \leq 250$										-78	-75	-67	-84
	$250 < d \leq 280$										-87	-85	-74	-94
	$280 < d \leq 315$	-27	-25	-14	-5	0	-49	-47	-36	-56	-91	-89	-78	-98
	$315 < d \leq 355$										-101	-97	-87	-108
$355 < d \leq 400$	-30	-26	-16	-5	0	-55	-51	-41	-62	-107	-103	-93	-114	
$400 < d \leq 450$										-119	-113	-103	-126	
$450 < d \leq 500$	-33	-27	-17	-6	0	-61	-55	-45	-68	-125	-119	-109	-132	

Tablas ISO 286

Precisión
Tolerancia
Parámetros
Representación
Tol. generales
Verificación
Conclusión
Tablas ISO

Posición	S				T				U				
	Calidad	5	6	7	≥ 8	5	6	7	≥ 8	5	6	7	≥ 8
Desv. fundamental	Desviación superior D _s (μm)												
Grupos de medidas nominales (mm)	$d \leq 3$	- 14	- 14	- 14	- 14	___	___	___	___	- 18	- 18	- 18	- 18
	$3 < d \leq 6$	- 18	- 16	- 15	- 19	___	___	___	___	- 22	- 20	- 19	- 23
	$6 < d \leq 10$	- 21	- 20	- 17	- 23	___	___	___	___	- 26	- 25	- 22	- 28
	$10 < d \leq 18$	- 25	- 25	- 21	- 28	___	___	___	___	- 30	- 30	- 26	- 33
	$18 < d \leq 24$	- 32	- 31	- 27	- 35	___	___	___	___	- 38	- 37	- 33	- 41
	$24 < d \leq 30$					- 38	- 37	- 33	- 41	- 45	- 44	- 40	- 48
	$30 < d \leq 40$	- 39	- 38	- 34	- 43	- 44	- 43	- 39	- 48	- 56	- 55	- 51	- 60
	$40 < d \leq 50$					- 50	- 49	- 45	- 54	- 66	- 65	- 61	- 70
	$50 < d \leq 65$	- 48	- 47	- 42	- 53	- 61	- 60	- 55	- 66	- 82	- 81	- 76	- 87
	$65 < d \leq 80$	- 54	- 53	- 48	- 59	- 70	- 69	- 64	- 75	- 97	- 96	- 91	- 102
	$80 < d \leq 100$	- 66	- 64	- 58	- 71	- 86	- 84	- 78	- 91	- 119	- 117	- 111	- 124
	$100 < d \leq 120$	- 74	- 72	- 66	- 79	- 99	- 97	- 91	- 104	- 139	- 137	- 131	- 144
	$120 < d \leq 140$	- 86	- 85	- 77	- 92	- 116	- 115	- 107	- 122	- 164	- 163	- 155	- 170
	$140 < d \leq 160$	- 94	- 93	- 85	- 100	- 128	- 127	- 119	- 134	- 184	- 183	- 175	- 190
	$160 < d \leq 180$	- 102	- 101	- 93	- 108	- 140	- 139	- 131	- 146	- 204	- 203	- 195	- 210
	$180 < d \leq 200$	- 116	- 113	- 105	- 122	- 160	- 157	- 149	- 166	- 230	- 227	- 219	- 236
	$200 < d \leq 225$	- 124	- 121	- 113	- 130	- 174	- 171	- 163	- 180	- 252	- 249	- 241	- 258
	$225 < d \leq 250$	- 134	- 131	- 123	- 140	- 190	- 187	- 179	- 196	- 278	- 275	- 267	- 284
	$250 < d \leq 280$	- 151	- 149	- 138	- 158	- 211	- 209	- 198	- 218	- 308	- 306	- 295	- 315
	$280 < d \leq 315$	- 163	- 161	- 150	- 170	- 233	- 231	- 220	- 240	- 343	- 341	- 330	- 350
$315 < d \leq 355$	- 183	- 179	- 169	- 190	- 261	- 257	- 247	- 268	- 383	- 379	- 369	- 390	
$355 < d \leq 400$	- 201	- 197	- 187	- 208	- 287	- 283	- 273	- 294	- 428	- 424	- 414	- 435	
$400 < d \leq 450$	- 225	- 219	- 209	- 232	- 323	- 317	- 307	- 330	- 483	- 477	- 467	- 490	
$450 < d \leq 500$	- 245	- 239	- 229	- 252	- 353	- 347	- 337	- 360	- 533	- 527	- 517	- 540	

Tablas ISO 286

Precisión
Tolerancia
Parámetros
Representación
Tol. generales
Verificación
Conclusión
Tablas ISO

Posición	V				X				Y			
	Calidad	5	6	7	≥ 8	5	6	7	≥ 8	6	7	≥ 8
Desv. fundamental	Desviación superior D_s (μm)											
Grupos de medidas nominales (mm)	d ≤ 3	—	—	—	—	- 20	- 20	- 20	- 20	—	—	—
	3 < d ≤ 6	—	—	—	—	- 27	- 25	- 24	- 28	—	—	—
	6 < d ≤ 10	—	—	—	—	- 32	- 31	- 28	- 34	—	—	—
	10 < d ≤ 14	—	—	—	—	- 37	- 37	- 33	- 40	—	—	—
	14 < d ≤ 18	- 36	- 36	- 32	- 39	- 42	- 42	- 38	- 45	—	—	—
	18 < d ≤ 24	- 44	- 43	- 39	- 47	- 51	- 50	- 46	- 54	- 59	- 55	- 63
	24 < d ≤ 30	- 52	- 51	- 47	- 55	- 61	- 60	- 56	- 64	- 71	- 67	- 75
	30 < d ≤ 40	- 64	- 63	- 59	- 68	- 76	- 75	- 71	- 80	- 89	- 85	- 94
	40 < d ≤ 50	- 77	- 76	- 72	- 81	- 93	- 92	- 88	- 97	- 109	- 105	- 114
	50 < d ≤ 65	- 97	- 96	- 91	- 102	- 117	- 116	- 111	- 122	- 138	- 133	- 144
	65 < d ≤ 80	- 115	- 114	- 109	- 120	- 141	- 140	- 135	- 146	- 168	- 163	- 174
	80 < d ≤ 100	- 141	- 139	- 133	- 146	- 173	- 171	- 165	- 178	- 207	- 201	- 214
	100 < d ≤ 120	- 167	- 165	- 159	- 172	- 205	- 203	- 197	- 210	- 247	- 241	- 254
	120 < d ≤ 140	- 196	- 195	- 187	- 202	- 242	- 241	- 233	- 248	- 293	- 285	- 300
	140 < d ≤ 160	- 222	- 221	- 213	- 228	- 274	- 273	- 265	- 280	- 333	- 325	- 340
	160 < d ≤ 180	- 246	- 245	- 237	- 252	- 304	- 303	- 295	- 310	- 373	- 365	- 380
	180 < d ≤ 200	- 278	- 275	- 267	- 284	- 344	- 341	- 333	- 350	- 416	- 408	- 425
	200 < d ≤ 225	- 304	- 301	- 293	- 310	- 379	- 376	- 368	- 385	- 461	- 453	- 470
	225 < d ≤ 250	- 334	- 331	- 323	- 340	- 419	- 416	- 408	- 425	- 511	- 503	- 520
	250 < d ≤ 280	- 378	- 376	- 365	- 385	- 468	- 466	- 455	- 475	- 571	- 560	- 580
280 < d ≤ 315	- 418	- 416	- 405	- 425	- 518	- 516	- 505	- 525	- 641	- 630	- 650	
315 < d ≤ 355	- 468	- 464	- 454	- 475	- 583	- 579	- 569	- 590	- 719	- 709	- 730	
355 < d ≤ 400	- 523	- 519	- 509	- 530	- 653	- 649	- 639	- 660	- 809	- 799	- 820	
400 < d ≤ 450	- 588	- 582	- 572	- 595	- 733	- 727	- 717	- 740	- 907	- 897	- 920	
450 < d ≤ 500	- 653	- 647	- 637	- 660	- 813	- 807	- 797	- 820	- 987	- 977	- 1000	

Tablas ISO 286

Precisión
Tolerancia
Parámetros
Representación
Tol. generales
Verificación
Conclusión
Tablas ISO

Posición	Z			ZA		ZB	ZC	
	Calidad	6	7	≥ 8	7	≥ 8	≥ 8	≥ 8
Desv. fundamental	Desviación superior Ds (µm)							
Grupos de medidas nominales (mm)	$d \leq 3$	- 26	- 26	- 26	- 32	- 32	- 40	- 60
	$3 < d \leq 6$	- 32	- 31	- 35	- 38	- 42	- 50	- 80
	$6 < d \leq 10$	- 39	- 36	- 42	- 46	- 52	- 67	- 97
	$10 < d \leq 14$	- 47	- 43	- 50	- 57	- 64	- 90	- 130
	$14 < d \leq 18$	- 57	- 53	- 60	- 70	- 77	- 108	- 150
	$18 < d \leq 24$	- 69	- 65	- 73	- 90	- 98	- 136	- 188
	$24 < d \leq 30$	- 84	- 80	- 88	- 110	- 118	- 160	- 218
	$30 < d \leq 40$	- 107	- 103	- 112	- 139	- 148	- 200	- 274
	$40 < d \leq 50$	- 131	- 127	- 136	- 171	- 180	- 242	- 325
	$50 < d \leq 65$	- 166	- 161	- 172	- 215	- 226	- 300	- 405
	$65 < d \leq 80$	- 204	- 199	- 210	- 263	- 274	- 360	- 480
	$80 < d \leq 100$	- 251	- 245	- 258	- 322	- 335	- 445	- 585
	$100 < d \leq 120$	- 303	- 297	- 310	- 387	- 400	- 525	- 690
	$120 < d \leq 140$	- 358	- 350	- 365	- 455	- 470	- 620	- 800
	$140 < d \leq 160$	- 408	- 400	- 415	- 520	- 535	- 700	- 900
	$160 < d \leq 180$	- 458	- 450	- 465	- 585	- 600	- 780	- 1000
	$180 < d \leq 200$	- 511	- 503	- 520	- 653	- 670	- 880	- 1150
	$200 < d \leq 225$	- 566	- 558	- 575	- 723	- 740	- 960	- 1250
	$225 < d \leq 250$	- 631	- 623	- 640	- 803	- 820	- 1050	- 1350
	$250 < d \leq 280$	- 701	- 690	- 710	- 900	- 920	- 1200	- 1550
$280 < d \leq 315$	- 781	- 770	- 790	- 980	- 1000	- 1300	- 1700	
$315 < d \leq 355$	- 889	- 879	- 900	- 1129	- 1150	- 1500	- 1900	
$355 < d \leq 400$	- 989	- 979	- 1000	- 1279	- 1300	- 1650	- 2100	
$400 < d \leq 450$	- 1087	- 1077	- 1100	- 1427	- 1450	- 1850	- 2400	
$450 < d \leq 500$	- 1237	- 1227	- 1250	- 1577	- 1600	- 2100	- 2600	