

OPERACIONES BÁSICAS DE MECANIZADO





TEMA 3: Normalización, tolerancias y acabados superficiales.

- Normalización.
- Tolerancias:
 - Dimensionales
 - Conceptos básicos.
 - Ajustes.
 - Representación de las tolerancias.
 - Sistemas de ajustes.
 - Geométricas
 - Representación.
 - Tipos.
- Acabados superficiales:
 - Conceptos previos.
 - Representación de la rugosidad.
 - Clases de rugosidad.



TEMA 3: Normalización, tolerancias y acabados superficiales.

Normalización: el resultado de la normalización es la creación de diferentes normas para la realización de las mismas piezas o productos independientemente de quien o donde se fabriquen.

La normalización favorece el progreso técnico, el desarrollo económico y con ello la mejora de la calidad de vida.

Existen diferentes tipos de normas, la mundial (ISO), la española (UNE) la alemana (DIN)...





XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE CULTURA,
EDUCACIÓN E UNIVERSIDADE
IES Plurilingüe A Paralaia



O Redondo s/n. 36950 Moaña, Pontevedra.
886 120 354 - 886 120 376
www.paralaia.net
ies.paralaia@edu.xunta.es
CIF Q8655139G
CÓDIGO 36004745



TEMA 3: Normalización, tolerancias y acabados superficiales.

Tolerancias dimensionales: Dado que es imposible la fabricación de una pieza con un valor exacto, se establecerá un rango de medidas donde daremos por correcto el trabajo.

En fabricación mecánica se toma como unidad de medida para las tolerancias, las micras (μm .)



TEMA 3: Normalización, tolerancias y acabados superficiales.

Tolerancias dimensionales: Conceptos básicos.

Eje: es cualquier objeto que se pueda insertar dentro de otro.

Puede ser cilíndrico o prismático.

Agujero: Es la zona capaz de albergar un eje.

Medida nominal (Mn.): Es el valor que se representa en la cotas.

Medida efectiva: es la medida obtenida en la mdición.

Medida máxima (Mmax.): Es el valor máximo que puede alcanzar la pieza en su fabricación para ser considerada buena.

Medida mínima (Mmin.): Es el valor mínimo que puede alcanzar la pieza en su fabricación para ser considerada buena.



TEMA 3: Normalización, tolerancias y acabados superficiales.

Diferencia superior (ds): Es la diferencia entre la medida máxima y la medida nominal.

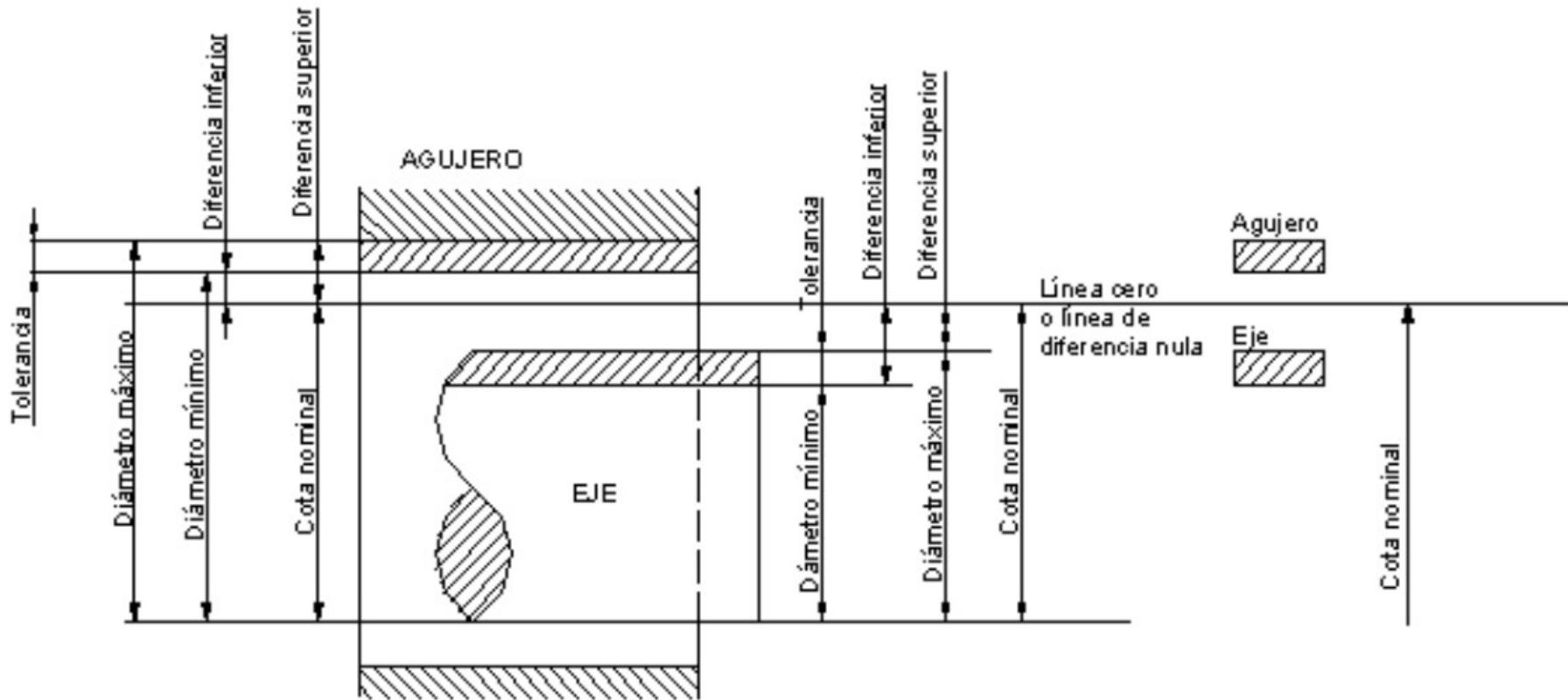
Diferencia inferior (di): Es la diferencia entre la medida mínima y la medida nominal.

Tolerancia: es el intervalo total de error que podemos cometer a la hora de fabricar una pieza.

$$T = M_{\max} - M_{\min} = ds - di.$$



TEMA 3: Normalización, tolerancias y acabados superficiales.





TEMA 3: Normalización, tolerancias y acabados superficiales.

Tolerancias dimensionales: Ajustes.

Dependiendo de las combinaciones de los valores de las tolerancias del eje y del agujero podemos tener los siguientes tipos ajustes:

Ajustes con juego: En este tipo de ajuste, **siempre** existe juego entre el eje y el agujero. La unión se realiza sin dificultad. Podemos calcular:

Juego máximo (J_{max}):

$$J_{max} = M_{max\text{ agujero}} - M_{min\text{ eje}}$$

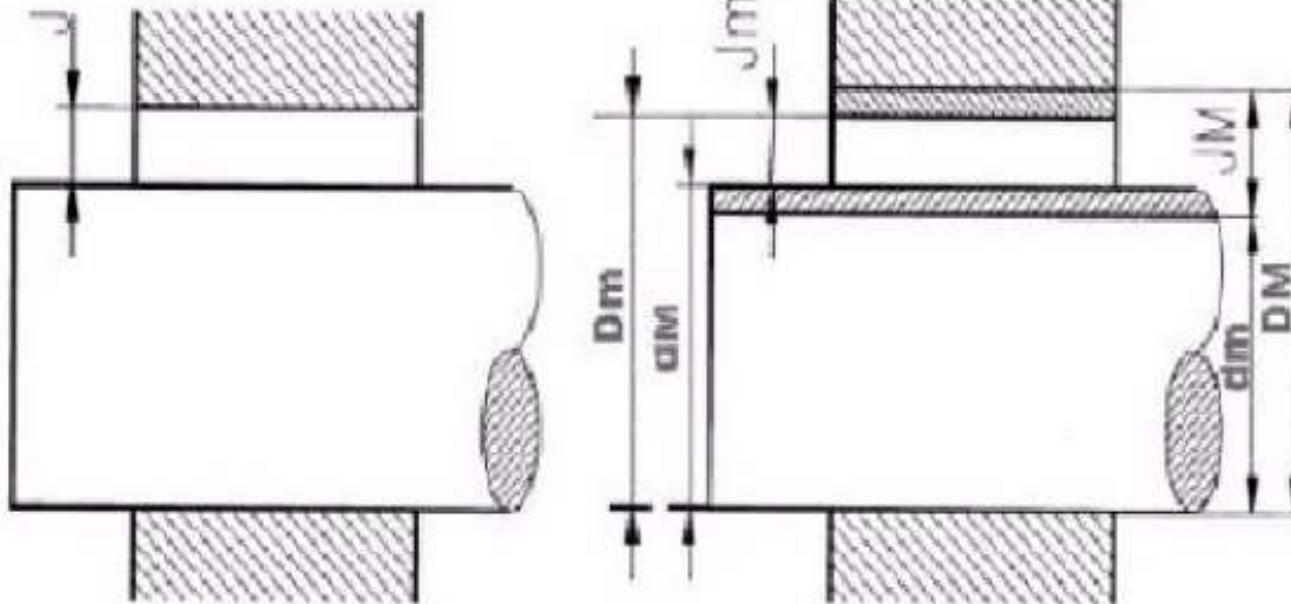
Juego mínimo (J_{min}):

$$J_{min} = M_{min\text{ agujero}} - M_{max\text{ eje}}$$



TEMA 3: Normalización, tolerancias y acabados superficiales.

AJUSTE MÓVIL o con Juego





TEMA 3: Normalización, tolerancias y acabados superficiales.

Ajustes con aprieto: En este tipo de ajuste, **nunca** existe juego entre el eje y el agujero. La unión será forzosa, utilizando para ello una prensa o una maza. Podemos calcular:

$$\text{Aprieto máximo (A}_{\max}\text{)}: \quad A_{\max} = M_{\max \text{ eje}} - M_{\min \text{ agujero}}$$

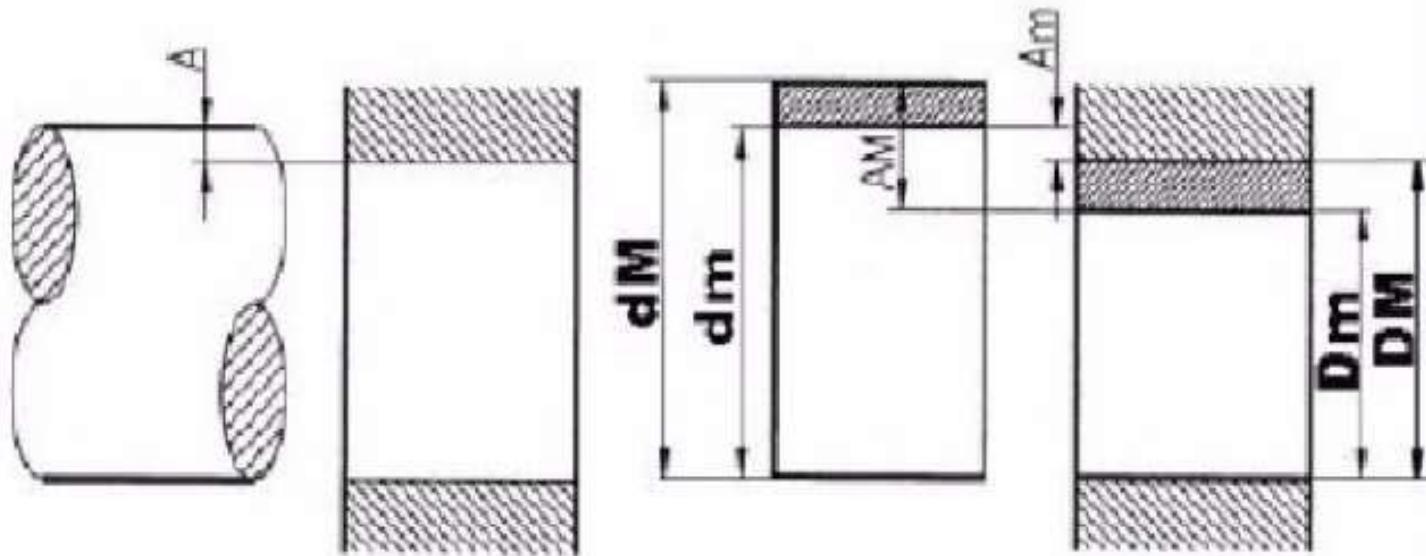
$$\text{Aprieto mínimo (A}_{\min}\text{)}: \quad A_{\min} = M_{\min \text{ eje}} - M_{\max \text{ agujero}}$$

Ajuste indeterminado: Las tolerancias del eje y del agujero van a permitir las dos opciones, que haya juego o que haya aprieto.



TEMA 3: Normalización, tolerancias y acabados superficiales.

AJUSTE FIJO o con Aprieto





XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE CULTURA,
EDUCACIÓN E UNIVERSIDADE
IES Plurilingüe A Paralaia

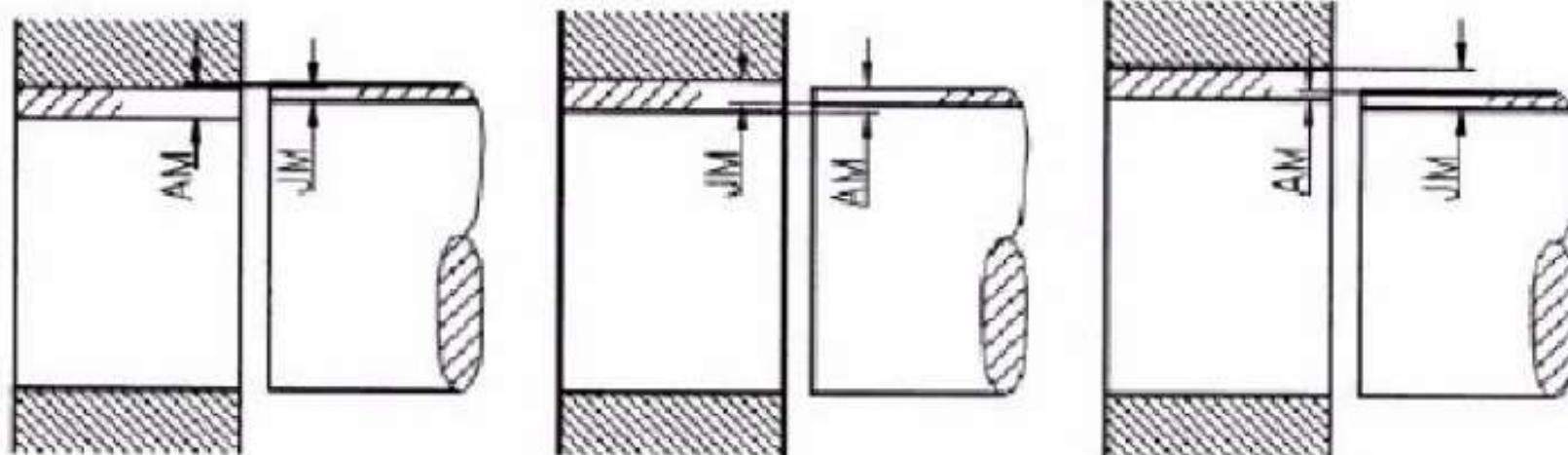


O Redondo s/n. 36950 Moaña, Pontevedra.
886 120 354 - 886 120 376
www.paralaia.net
ies.paralaia@edu.xunta.es
CIF Q8655139G
CÓDIGO 36004745



TEMA 3: Normalización, tolerancias y acabados superficiales.

AJUSTE INDETERMINADO





TEMA 3: Normalización, tolerancias y acabados superficiales.

Representación de las tolerancias:

Las tolerancias están representadas según unos valores que debemos conocer:

- Calidad de la tolerancia: Existen 20 calidades de tolerancias las cuales nos indican el intervalo de medidas que va a poder adquirir una determinada dimensión.
- Posición de la tolerancia: con ella se especifica la situación de la diferencia más cercana a la línea de referencia. Estas posiciones se clasifican según la norma ISO.



TEMA 3: Normalización, tolerancias y acabados superficiales.

Representación de las tolerancias:

Calidad de la tolerancia:

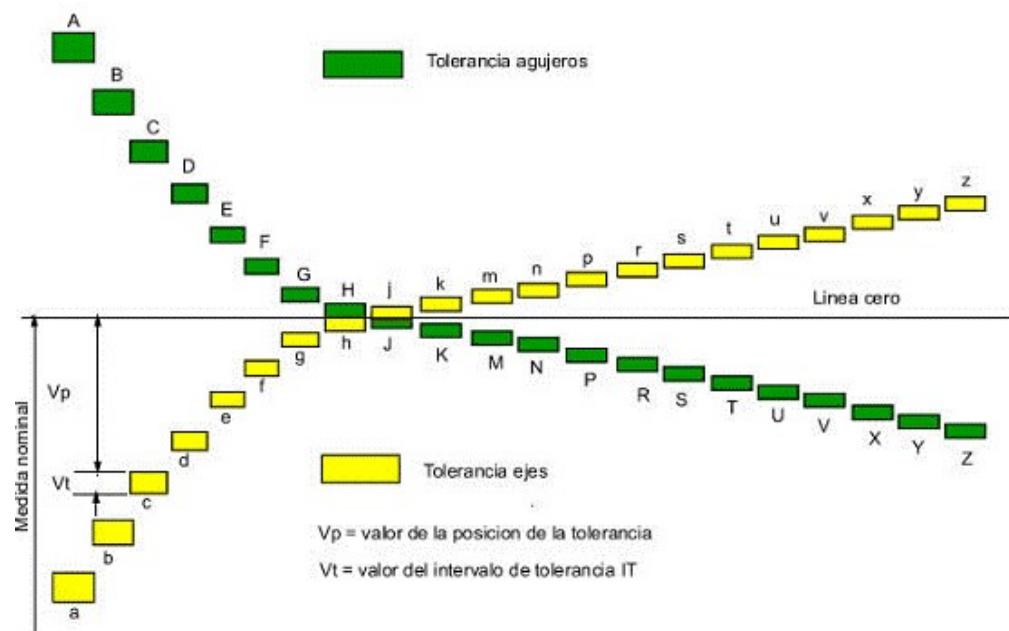
Grupos de Diámetros (mm)	CALIDADES																	
	IT 01	IT 0	IT 1	IT 2	IT 3	IT 4	IT 5	IT 6	IT 7	IT 8	IT 9	IT 10	IT 11	IT 12	IT 13	IT 14	IT 15	IT 16
d ≤ 3	0.3	0.5	0.8	1.2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600
3 < d ≤ 6	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	750
6 < d ≤ 10	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900
10 < d ≤ 18	0.5	0.8	1.2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700	1100
18 < d ≤ 30	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840	1300
30 < d ≤ 50	0.6	1	1.5	2.5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1000	1600
50 < d ≤ 80	0.8	1.2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1200	1900
80 < d ≤ 120	1	1.5	2.5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1400	2200
120 < d ≤ 180	1.2	2	3.5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600	2500
180 < d ≤ 250	2	3	4.5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1150	1850	2900
250 < d ≤ 315	2.5	4	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1300	2100	3200
315 < d ≤ 400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	570	890	1400	2300	3600
400 < d ≤ 500	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1550	2500	4000
	Ultraprecisión	Calibre y piezas de gran precisión	Piezas o elementos destinados a ajustar												Piezas o elementos que no han de ajustar			



TEMA 3: Normalización, tolerancias y acabados superficiales.

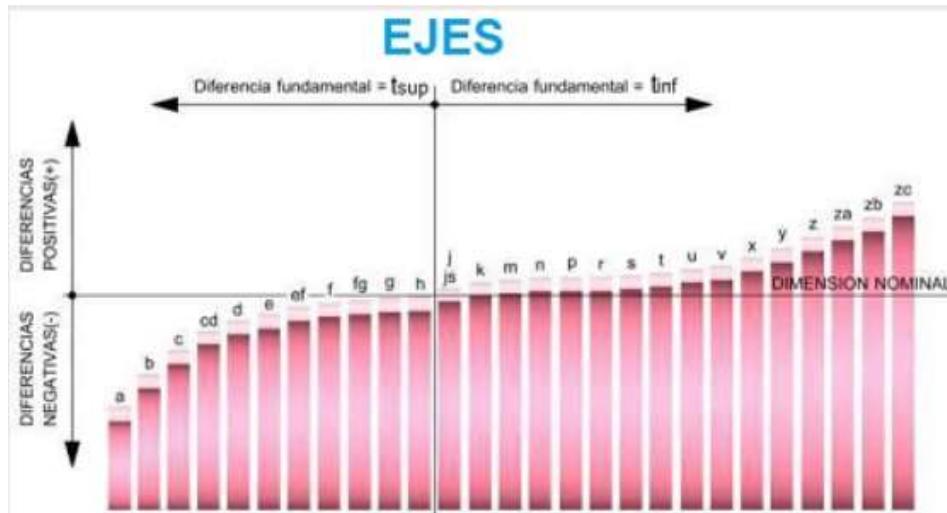
Representación de las tolerancias:

Posición de la tolerancia: La posición de la tolerancia se indica con letras. Éstas serán en minúsculas para los ejes y serán en mayúsculas para los agujeros.





TEMA 3: Normalización, tolerancias y acabados superficiales.



Posición	a	b	c	cd	d	e	ef	f	fg	g	h	j	k			
Calidad												5 y 6	7			
Diferencia fundamental	Diferencia superior tsup													Diferencia inferior tinf		
m ≤ 3	-270	-140	-60	-34	-20	-14	-10	-6	-4	-2	0	-2	-4	-6	0	0
3 < m ≤ 6	-270	-140	-70	-46	-30	-20	-14	-10	-6	-4	0	-2	-4	-7	+1	0
6 < m ≤ 10	-280	-150	-80	-56	-40	-25	-18	-13	-8	-5	0	-2	-5	-7	+1	0
10 < m ≤ 14	-290	-150	-95	-	-50	-32	-	-16	-	-6	0	-3	-6	-7	+1	0
14 < m ≤ 18																
18 < m ≤ 24	-300	-160	-110	-	-65	-40	-	-20	-	-7	0	-4	-8	-7	+2	0
24 < m ≤ 30																
30 < m ≤ 40	-310	-170	-120	-	-80	-50	-	-25	-	9	0	-5	-10	-7	+2	0
40 < m ≤ 50	-320	-180	-130													
50 < m ≤ 65	-340	-190	-140	-	-100	-60	-	-30	-	-10	0	-7	-12	-7	+2	0
65 < m ≤ 80	-360	-200	-150													
80 < m ≤ 100	-380	-220	-170	-	-120	-72	-	-36	-	-12	0	-9	-15	-7	+3	0
100 < m ≤ 120	-410	-240	-180													
120 < m ≤ 140	-460	-260	-200													
140 < m ≤ 160	-520	-280	-210	-	-145	-85	-	-43	-	-14	0	-11	-18	-7	+3	0
160 < m ≤ 180	-580	-310	-230													
180 < m ≤ 200	-660	-340	-240													
200 < m ≤ 225	-740	-380	-260	-	-170	-100	-	-50	-	-15	0	-13	-21	-7	+4	0
225 < m ≤ 250	-820	-420	-280													
250 < m ≤ 280	-920	-460	-300	-	-190	-110	-	-56	-	-17	0	-16	-26	-7	+4	0
280 < m ≤ 315	-1050	-540	-330													
315 < m ≤ 355	-1200	-600	-360	-	-210	-125	-	-62	-	-18	0	-18	-28	-7	+4	0
355 < m ≤ 400	-1350	-680	-400	-	-230	-135	-	-68	-	-20	0	-20	-32	-7	+5	0
400 < m ≤ 450	-1500	-760	-440	-	-230	-135	-	-68	-	-20	0	-20	-32	-7	+5	0
450 < m ≤ 500	-1650	-840	-480													

Las minúsculas para los ejes:

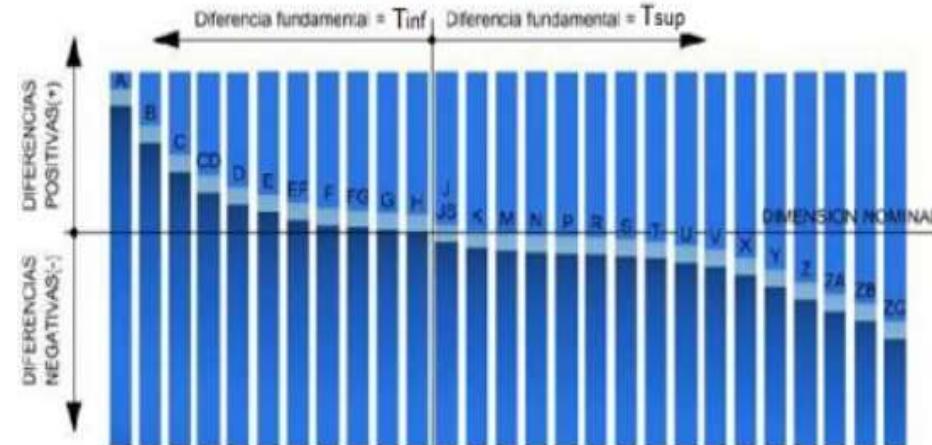
- Posiciones de a - h → diferencia superior tsup en tabla → tinf = tsup - t
- a, b, c, cd, e, ef, f, fg, g → "tsup" negativa, y va disminuyendo por ese orden en valor absoluto
- Posiciones de j - zc → diferencia inferior tinf en tabla → tsup = tinf + t
- k, m, n, p, r, t, u, v, x, y, z, za, zb, zc → "tinf" positiva.

Posición	m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z	za	zb	zc			
Calidad														Todas las calidades			
Diferencia fundamental														Diferencia inferior tinf			
m ≤ 3	+2	+4	+6	+10	+14	-	+18	-	+20	-	+26	+32	+40	+60			
3 < m ≤ 6	+4	+8	+12	+15	+19	-	+23	-	+28	-	+35	+42	+50	+80			
6 < m ≤ 10	+6	+10	+15	+19	+23	-	+28	-	+34	-	+42	+52	+67	+97			
10 < m ≤ 14	+7	+12	+18	+23	+28	-	+33	-	+40	-	+50	+64	+90	+130			
14 < m ≤ 18											+39	+45	-	+60	+77	+108	+150
18 < m ≤ 24	+8	+15	+22	+28	+35	-	+41	+47	+54	+63	+73	+98	+136	+188			
24 < m ≤ 30							+41	+48	+55	+64	+75	+88	+118	+160		+218	
30 < m ≤ 40	+9	+17	+26	+34	+43	+48	+60	+68	+80	+94	+112	+148	+200	+274			
40 < m ≤ 50							+54	+70	+81	+97	+114	+136	+180	+242	+325		
50 < m ≤ 65	+11	+20	+32	+41	+53	+66	+87	+102	+122	+144	+172	+226	+300	+405			
65 < m ≤ 80				+43	+59	+75	+102	+120	+146	+174	+210	+274	+360	+480			
80 < m ≤ 100	+13	+23	+37	+51	+71	+91	+124	+146	+178	+214	+258	+335	+445	+585			
100 < m ≤ 120				+54	+79	+104	+144	+172	+210	+254	+310	+400	+525	+690			
120 < m ≤ 140				+63	+92	+122	+170	+202	+248	+300	+365	+470	+620	+800			
140 < m ≤ 160	+15	+27	+43	+65	+100	+134	+190	+228	+280	+340	+415	+535	+700	+900			
160 < m ≤ 180				+68	+108	+146	+210	+252	+310	+380	+465	+600	+780	+1000			
180 < m ≤ 200				+77	+122	+166	+236	+284	+350	+425	+520	+670	+880	+1150			
200 < m ≤ 225	+17	+31	+50	+80	+130	+180	+258	+310	+385	+470	+575	+740	+960	+1250			
225 < m ≤ 250				+84	+140	+196	+284	+340	+425	+520	+640	+820	+1050	+1350			
250 < m ≤ 280	+20	+34	+56	+94	+158	+218	+315	+385	+475	+580	+710	+920	+1200	+1550			
280 < m ≤ 315				+98	+170	+240	+350	+425	+525	+650	+790	+1000	+1300	+1700			
315 < m ≤ 355	+21	+37	+62	+108	+190	+268	+390	+475	+590	+730	+900	+1150	+1500	+1900			
355 < m ≤ 400				+114	+208	+294	+435	+530	+660	+820	+1000	+1300	+1650	+2100			
400 < m ≤ 450	+23	+40	+68	+126	+232	+330	+490	+595	+740	+920	+1100	+1450	+1850	+2400			
450 < m ≤ 500				+132	+252	+360	+540	+660	+820	+1000	+1250	+1600	+2100	+2600			



TEMA 3: Normalización, tolerancias y acabados superficiales.

AGUJEROS



Posición	A	B	C	CD	D	E	EF	F	FG	G	H	J	K	M	N	P																				
Calidad	Todas las calidades											6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8	≥9	5	6	7	≥8									
Medida Nominal	Diferencia inferior T_{inf}											Diferencia superior T_{sup}																								
m ≤ 3	+270	+140	+60	+34	+20	+14	+10	+6	+4	+2	0	+2	+4	+6	0	0	-2	-2	-2	-2	-2	-4	-4	-4	-4	-6	-6	-6								
3 < m ≤ 6	+270	+140	+70	+46	+30	+20	+14	+10	+6	+4	0	+5	+6	+10	0	+2	+3	+5	-3	-1	0	+2	-4	-7	-5	-4	-2	0	-11	-8	-12					
6 < m ≤ 10	+280	+150	+80	+56	+40	+25	+18	+13	+8	+5	0	+5	+8	+12	+1	+2	+5	+6	-4	-3	0	+1	-6	-8	-7	-4	-3	0	-13	-12	-9	-15				
10 < m ≤ 18	+290	+150	+95	-	+50	+32	-	+16	-	+6	0	+6	+10	+15	+2	+2	+6	+8	-4	-4	0	+2	-7	-9	-9	-5	-3	0	-15	-15	-11	-18				
18 < m ≤ 30	+300	+160	+110	-	+65	+40	-	+20	-	+7	0	+8	+12	+20	+1	+2	+6	+10	-5	-4	0	+4	-8	-12	-11	-7	-3	0	-19	-18	-14	-22				
30 < m ≤ 40	+310	+170	+120	-	+80	+50	-	+25	-	+9	0	+10	+14	+24	+2	+3	+7	+12	-5	-4	0	+5	-9	-13	-12	-8	-3	0	-22	-21	-17	-26				
40 < m ≤ 50	+320	+180	+130																																	
50 < m ≤ 65	+340	+190	+140	-	+100	+60	-	+30	-	+10	0	+13	+18	+28	+3	+4	+9	+14	-6	-5	0	+5	-11	-15	-14	-9	-4	0	-27	-26	-21	-32				
65 < m ≤ 80	+360	+200	+150									+5	+6	+10	0	+2	+3	+5	-3	-1	0	+2	-4	-7	-5	-4	-2	0	-11	-8	-12					
80 < m ≤ 100	+380	+220	+170	-	+120	+72	-	+36	-	+12	0	+5	+8	+12	+1	+2	+6	+10	-5	-4	0	+6	-13	-18	-16	-10	-4	0	-32	-30	-24	-37				
100 < m ≤ 120	+410	+240	+180																																	
120 < m ≤ 140	+460	+260	+200																																	
140 < m ≤ 160	+520	+280	+210	-	+145	+85	-	+43	-	+14	0	+140	+160	+18	+26	+41	+3	+4	+12	+20	-9	-8	0	+8	-15	-21	-20	-12	-4	0	-37	-36	-28	-43		
160 < m ≤ 180	+580	+310	+230																																	
180 < m ≤ 200	+660	+340	+240																																	
200 < m ≤ 225	+740	+380	+260	-	+170	+100	-	+50	-	+15	0	+200	+225	+22	+30	+47	+2	+5	+13	+22	-11	-8	0	+9	-17	-25	-22	-14	-5	0	-44	-41	-33	-50		
225 < m ≤ 250	+820	+420	+280																																	
250 < m ≤ 280	+920	+480	+300	-	+190	+110	-	+56	-	+17	0	+250	+280	+25	+36	+55	+3	+5	+16	+25	-13	-9	0	+9	-20	-27	-25	-14	-5	0	-49	-47	-36	-56		
280 < m ≤ 315	+1050	+540	+330																																	
315 < m ≤ 335	+1200	+600	+360	-	+210	+125	-	+62	-	+18	0	+315	+335	+29	+39	+60	+3	+7	+17	+28	-14	-10	0	+11	-21	-30	-26	-16	-5	0	-55	-51	-41	-62		
335 < m ≤ 400	+1350	+680	+400																																	
400 < m ≤ 450	+1500	+760	+440	-	+230	+135	-	+68	-	+20	0	+400	+450	+33	+43	+66	+2	+8	+18	+29	-16	-10	0	+11	-23	-33	-27	-17	-6	0	-61	-55	-45	-68		
450 < m ≤ 500	+1650	+840	+480																																	

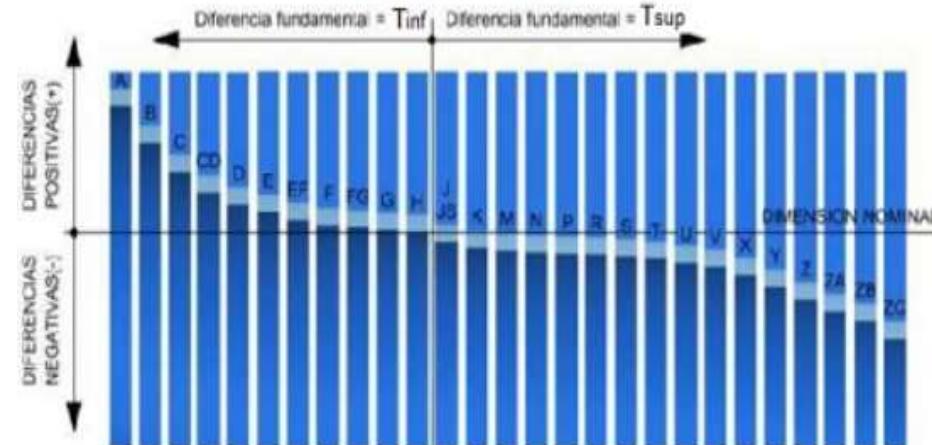
Las mayúsculas para los agujeros:

- Posiciones de A - H → diferencia inferior T_{inf} en tabla → $T_{sup} = T_{inf} + T$
- A, B, C, CD, D, E, EF, F, FG, G → "Tinf" es positiva y se halla por encima de la línea de cero.
- Posiciones J - ZC → diferencia superior T_{sup} en tabla → $T_{inf} = T_{sup} - T$
- P, R, S, T, U, V, X, Z, ZA, ZB, ZC → "Tsup" es siempre negativa.



TEMA 3: Normalización, tolerancias y acabados superficiales.

AGUJEROS



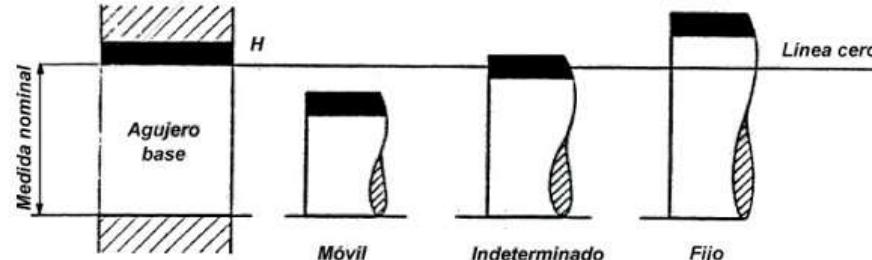
Posición	R			S			T			U			Posición	V			X			Y			Z			ZA			ZB			ZC									
Calidad	5	6	7	≥ 8	5	6	7	≥ 8	5	6	7	≥ 8	Calidad	5	6	7	≥ 8	5	6	7	≥ 8	6	7	≥ 8	6	7	≥ 8	6	7	≥ 8	6	7	≥ 8								
Medida Nominal																																									
	Diferencia superior Tsup																																								
m ≤ 3	-10	-10	-10	-10	-14	-14	-14	-14	-	-	-	-	-	-18	-18	-18	-18	-	-	-	-	-	-	-26	-26	-26	-32	-32	-40	-60											
3 < m ≤ 6	-14	-12	-11	-15	-18	-16	-15	-19	-	-	-	-	-	-22	-20	-19	-23	-	-	-	-	-	-	-32	-31	-35	-38	-42	-50	-80											
6 < m ≤ 10	-17	-16	-13	-19	-21	-20	-17	-23	-	-	-	-	-	-26	-25	-22	-28	-	-	-	-	-	-	-39	-36	-42	-46	-52	-67	-97											
10 < m ≤ 14	-20	-20	-16	-23	-25	-25	-21	-28	-	-	-	-	-	-30	-30	-26	-33	-	-	-	-	-	-	-47	-43	-50	-57	-64	-90	-130											
14 < m ≤ 18																																									
18 < m ≤ 24	-25	-24	-20	-28	-32	-31	-27	-35	-	-	-	-	-	-38	-37	-33	-41	-	-	-	-	-	-	-57	-53	-60	-70	-77	-108	-150											
24 < m ≤ 30														-38	-37	-33	-41	-45	-44	-40	-48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-										
30 < m ≤ 40	-30	-29	-25	-34	-39	-38	-34	-43	-44	-43	-39	-48	-56	-55	-51	-60	-	-	-	-	-	-	-	-71	-80	-89	-94	-107	-110	-118	-160	-218									
40 < m ≤ 50														-50	-49	-45	-54	-66	-65	-61	-70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-										
50 < m ≤ 65	-36	-35	-30	-41	-48	-47	-42	-53	-61	-60	-55	-66	-82	-81	-76	-87	-	-	-	-	-	-	-	-77	-76	-72	-81	-93	-92	-108	-124	-135									
65 < m ≤ 80	-38	-37	-32	-43	-54	-53	-48	-59	-70	-69	-64	-75	-97	-96	-91	-102	-	-	-	-	-	-	-	-97	-96	-91	-102	-117	-116	-131	-144	-166									
80 < m ≤ 100	-46	-44	-38	-51	-66	-64	-58	-71	-86	-84	-78	-91	-119	-117	-111	-124	-	-	-	-	-	-	-	-115	-114	-109	-120	-141	-140	-135	-146	-168	-174								
100 < m ≤ 120	-49	-47	-41	-54	-74	-72	-66	-79	-99	-97	-91	-104	-139	-137	-131	-144	-	-	-	-	-	-	-	-167	-165	-159	-172	-205	-203	-207	-210	-247	-254	-303	-297	-310	-387	-400	-525	-690	
120 < m ≤ 140	-57	-56	-48	-63	-86	-83	-77	-92	-116	-115	-107	-122	-164	-163	-155	-170	-	-	-	-	-	-	-	-196	-195	-187	-202	-242	-241	-233	-248	-293	-300	-358	-350	-365	-455	-470	-620	-800	
140 < m ≤ 160	-59	-58	-50	-65	-94	-93	-85	-100	-128	-127	-119	-134	-184	-183	-175	-190	-	-	-	-	-	-	-	-222	-221	-213	-228	-274	-273	-265	-280	-333	-325	-340	-408	-400	-415	-520	-535	-700	-900
160 < m ≤ 180	-62	-61	-53	-68	-102	-101	-93	-108	-140	-139	-131	-146	-204	-203	-195	-210	-	-	-	-	-	-	-	-246	-245	-237	-252	-304	-303	-295	-310	-373	-365	-380	-458	-450	-465	-585	-600	-780	-1000
180 < m ≤ 200	-71	-68	-60	-77	-116	-113	-105	-122	-160	-157	-149	-166	-230	-227	-219	-236	-	-	-	-	-	-	-	-278	-275	-267	-284	-344	-341	-333	-350	-416	-408	-425	-511	-503	-520	-653	-670	-880	-1150
200 < m ≤ 225	-74	-71	-63	-80	-124	-121	-113	-130	-174	-171	-163	-180	-252	-249	-241	-258	-	-	-	-	-	-	-	-304	-303	-293	-310	-379	-376	-368	-385	-461	-453	-470	-566	-558	-575	-723	-740	-960	-1250
225 < m ≤ 250	-78	-75	-67	-84	-134	-131	-123	-140	-190	-187	-179	-196	-278	-275	-267	-284	-	-	-	-	-	-	-	-334	-331	-323	-419	-416	-408	-425	-511	-503	-520	-631	-623	-640	-803	-820	-1050	-1350	
250 < m ≤ 280	-87	-85	-74	-94	-151	-149	-138	-158	-211	-209	-198	-218	-306	-305	-295	-315	-	-	-	-	-	-	-	-378	-376	-365	-385	-468	-466	-455	-475	-571	-560	-580	-701	-690	-710	-900	-920	-1200	-1550
280 < m ≤ 315	-91	-89	-78	-98	-163	-161	-150	-170	-233	-231	-220	-240	-343	-341	-330	-350	-	-	-	-	-	-	-	-418	-416	-405	-425	-518	-516	-505	-525	-641	-630	-650	-781	-770	-790	-980	-1000	-1300	-1700
315 < m ≤ 355	-101	-97	-87	-108	-183	-179	-169	-190	-261	-257	-247	-268	-383	-379	-369	-390	-	-	-	-	-	-	-	-468	-464	-454	-475	-583	-579	-569	-590	-719	-709	-730	-889	-879	-900	-1129	-1150	-1500	-1900
355 < m ≤ 400	-107	-103	-93	-114	-201	-197	-187	-208	-287	-283	-273	-294	-428	-424	-414	-435	-	-	-	-	-	-	-	-523	-519	-509	-530	-653	-649	-639	-660	-809	-799	-820	-989	-979	-1000	-1279	-1300	-1650	-2100
400 < m ≤ 450	-119	-113	-103	-126	-225	-219	-208	-232	-323	-317	-307	-330	-483	-477	-467	-490	-	-	-	-	-	-	-	-588	-582	-572	-595	-733	-727	-717	-740	-907	-897	-920	-1087	-1100	-1427	-1450	-1850	-2400	
450 < m ≤ 500	-125	-119	-109	-132	-245	-239	-229	-252	-353	-347	-337	-360	-533	-527	-517	-540	-	-	-	-	-	-	-	-653	-647	-637	-660	-813	-807	-797	-820	-987	-977	-1000	-1237	-1227	-1250	-1577	-1600	-2100	-2600



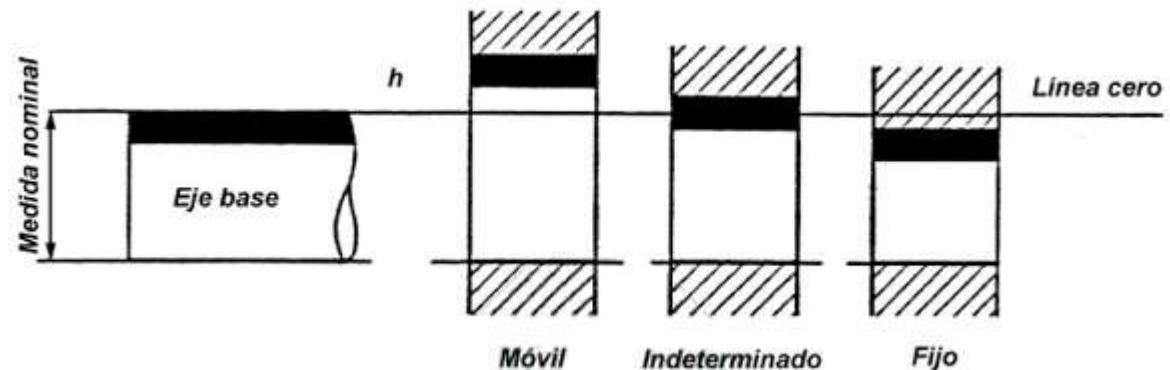
TEMA 3: Normalización, tolerancias y acabados superficiales.

Sistemas de ajustes: con la finalidad de disminuir las posibles combinaciones y simplificar los sistemas de tolerancias, se han establecido una serie de sistemas:

- Agujero base: La tolerancia del agujero siempre ocupará la posición definida por la letra "H".



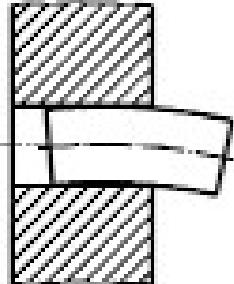
- Eje base: La tolerancia del eje siempre ocupará la posición definida por la letra "h".



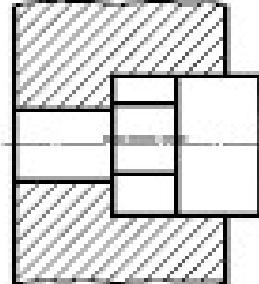


TEMA 3: Normalización, tolerancias y acabados superficiales.

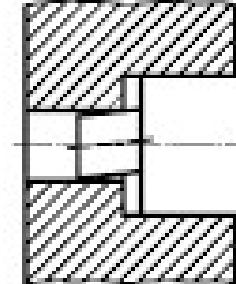
Tolerancias geométricas: No sólo las dimensiones de una pieza hacen que ésta esté correcta. La forma de la misma también puede necesitar de tolerancias.



DEFECTO DE RECTITUD



DEFECTO DE COAXIALIDAD



DEFECTO DE PERPENDICULARIDAD

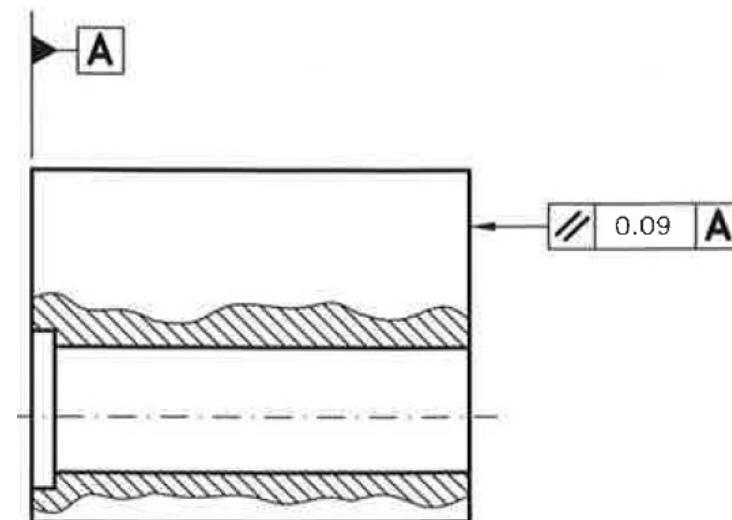
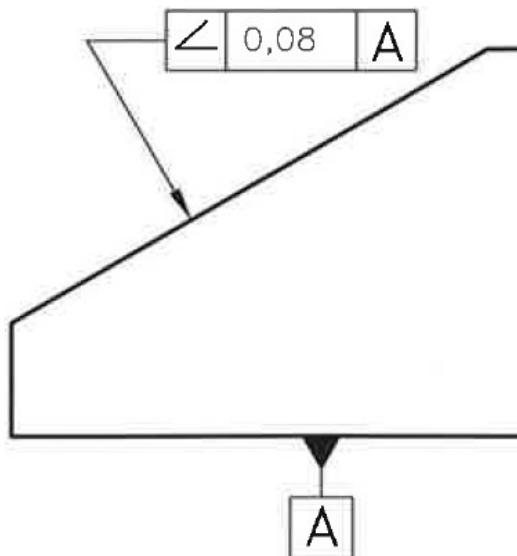


TEMA 3: Normalización, tolerancias y acabados superficiales.

Para representar una tolerancia geométrica se hace de la siguiente manera:

1º	2º	3º
----	----	----

1. Símbolo de la tolerancia geométrica.
2. Valor numérico de la tolerancia.
3. Letra de identificación de la cara de referencia.





TEMA 3: Normalización, tolerancias y acabados superficiales.

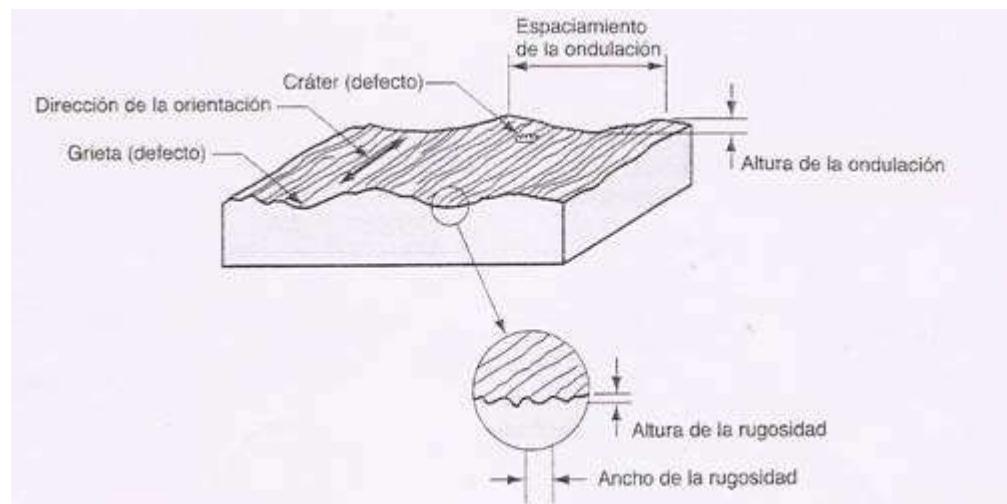
TIPO DE TOLERANCIA	CARACTERÍSTICAS	SÍMBOLO
<i>Forma</i>	<i>Rectitud</i>	—
	<i>Planicidad</i>	□
	<i>Redondez</i>	○
	<i>Cilindricidad</i>	ø
	<i>Forma de una línea</i>	⌒
	<i>Forma de una superficie</i>	⌒
<i>Orientación</i>	<i>Paralelismo</i>	//
	<i>Perpendicularidad</i>	⊥
	<i>Inclinación</i>	↙

	Posición	⊕
<i>Situación</i>	<i>Concentricidad</i>	y ○
	<i>Coaxialidad</i>	
<i>Oscilación</i>	<i>Simetría</i>	≡
	<i>Circular</i>	↗
	<i>Total</i>	↗ ↘



TEMA 3: Normalización, tolerancias y acabados superficiales.

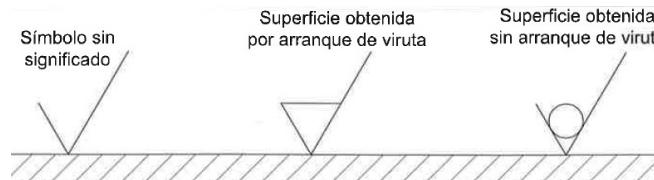
Acabados superficiales: Dependiendo de para que sea la pieza que tenemos que fabricar, así será el acabado superficial que necesitaremos. Dependiendo de este acabado, seleccionaremos la máquina a utilizar para su mecanizado final. Cuanto mejor sea este acabado mas caro será su proceso de fabricación.





TEMA 3: Normalización, tolerancias y acabados superficiales.

La representación de la rugosidad se hará mediante los siguientes símbolos:



Sobre estos símbolos se pondrá la clase de rugosidad según la tabla:

RELACIÓN ENTRE LOS SÍMBOLOS SUPERFICIALES Y SU PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN

Clase de R_a	Valor de R_a (μm)	Estado superficial obtenido	Procedimiento de fabricación empleado	Aplicaciones
	<50	Muy basto e irregular.	Corte basto por soplete. Forja. Fundición gruesa.	Elementos cuyas medidas y acabados no sean importantes.
N12	50	Basto, pero liso y regular.	Corte por soplete. Forja. Fundición.	Material agrícola y elementos corrientes.
N11	25			
N10	12,5	Superficies que han sido desbastadas, con marcas claramente visibles e incluso detectables al tacto.	Limado. Torneado y Fresado con grandes avances.	Superficies de apoyo, agujeros, avellanados, acoplamientos fijos (tapas).
N9	6,3			
N8	3,2	Superficies con buenos acabados, con marcas de mecanizado visibles pero con dificultad para sentirlos al tacto.	Fresado y torneado con parámetros adecuados para el acabado.	Superficies de referencia. Gran cantidad de aplicaciones en versas zonas de las piezas. Ajustes apretados.
N7	1,6			
N6	0,8	Acabados muy finos, sin marcas visibles.	Rectificado, escariado, rasqueteado.	Ajustes deslizantes. Superficies funcionales.
N5	0,4			Zonas de deslizamiento de guías. Asientos de rodamientos, etc.
N4	0,2			
N3	0,1			
N2	0,05			
N1	0,025	Acabados superfinos, incluso pulido espejo.	Rectificado muy cuidado. Lapeado.	Piezas de calibración.