

Capítulo 15

TOLERANCIAS Y AJUSTES

Tolerancias en los procesos industriales

En el capítulo anterior estudiamos la forma de acotar una pieza y determinar así perfectamente su tamaño y forma. En la práctica, no obstante, cuando fabriquemos dicha pieza y comprobemos sus dimensiones observaremos necesariamente diferencias entre las dimensiones reales y el valor nominal que habíamos indicado inicialmente. La pieza tendrá tanto mayor calidad cuanto más se aproxime a esa indicación de la cota. Es fácil entender que será tanto más dificultoso y costoso aproximarse con una menor desviación, es decir con una mayor calidad.

El que la pieza tenga una dimensión exactamente igual, con infinitas cifras decimales, que su cota es imposible; entre otras causas porque ningún aparato de medida puede tener esa precisión. Esto, que en principio puede parecer decepcionante, es una realidad a la que tiene que hacer frente el ingeniero. La manera de controlar estas diferencias entre cotas nominales o teóricas y medidas reales es de nuevo acotarlas y establecer unos mínimos y máximos permitidos. La tolerancia podemos, pues, decir que es el error admitido en una cota; distinguiendo tolerancias dimensionales y tolerancias de forma que afectan a las cotas de su mismo nombre.

De esta forma se garantiza la intercambiabilidad aceptable de piezas y el montaje correcto de elementos fabricados en serie a los cuales se les ha controlado la tolerancia en sus cotas. Será necesario un nivel mínimo de calidad para el funcionamiento adecuado de dos elementos en contacto o simplemente relacionados. El caso más común es el de un eje alojado en un agujero. El parámetro que viene impuesto por el funcionamiento del conjunto será la holgura final o real entre piezas, que dependerá de las cotas reales, pero que podremos confinar a unos límites si tenemos establecidas las tolerancias en los dos elementos.

Tolerancias dimensionales.

La forma más sencilla de expresar la tolerancia admitida es escribir a continuación de la cota los límites máximo y mínimo que se admiten respecto de este valor. Por ejemplo, en el cilindro de la figura 1 la generatriz podrá tener una longitud entre 29,07 y 30,05 mm, mientras que el diámetro de la base podrá admitirse entre 10,05 y 10,09 mm. Nótese cómo en este último caso tanto el mínimo como el máximo quedan por encima del valor nominal de la cota. Llamaremos *dimensión nominal* a aquella que indica la cota. En el ejemplo anterior serían dimensiones nominales 30 y 10 mm para la altura y el diámetro. La *dimensión efectiva* de una pieza ya construída será la que midamos. Las *dimensiones máxima y mínima* serán los valores máximo y mínimo admitidos de la dimensión efectiva. El *intervalo de tolerancia* IT será la diferencia entre las dimensiones máxima y mínima.

Cuando coinciden los márgenes por encima y por debajo, es decir, la cota está centrada en su margen de tolerancia, se puede expresar con el signo ± seguido del margen que en este caso coincide con IT/2. Se muestra un ejemplo en la figura 2. También pueden expresarse las tolerancias escribiendo como texto de cota los valores máximo y mínimo uno encima del otro como se muestra en la figura 3.

Hay casos en que la tolerancia es finita sólo en un sentido y no se limita en el otro. Si sólo limitamos el valor mínimo, escribiremos éste seguido de la abreviatura «min», mientras que si es máximo escribiremos «máx.»

Podemos preguntarnos qué sentido tiene escribir una cota con tolerancia máxima y mínima en el mismo sentido. Por ejemplo, en un cilindro de 10 mm y sin embargo, el valor 10,00 mm no quedaba en el intervalo de tolerancia.

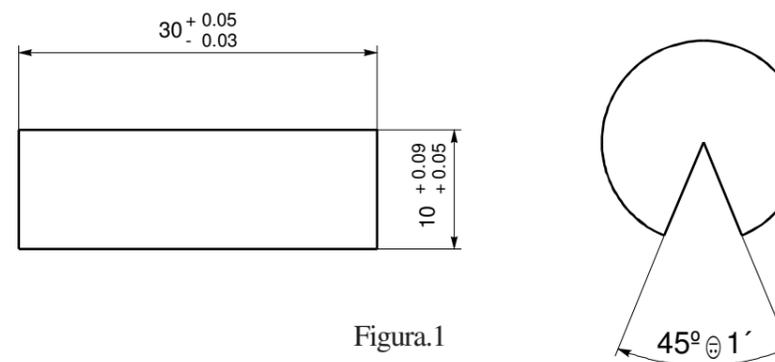


Figura.1

escribir 10,07±0,02.

Sin embargo no parece racional permitir una arbitrariedad absoluta en la elección de cotas y tolerancias, sino que habrá valores más fáciles de obtener que otros, quizá porque dispongamos de elementos en el mercado con unas cotas y no otras o quizá por las mismas herramientas de las que dispongamos. Parece razonable, por ejemplo, que un fabricante produzca masivamente barras metálicas de 5, 10 y 15 mm. Lo que no lo parece tanto es que las produzca de 10,06 ; 10,07 ; 10,08 ... y a su vez cada una afectada de una tolerancia arbitraria.

Por ello se prefiere, al menos para ciertas cotas, elegir dimensiones que sus tolerancias han sido normalizadas, de forma que no se elijan arbitrariamente al valor de la cota. Esto permite además elaborar una notación estandarizada.

Tolerancias normalizadas: notación UNE-ISO

La norma UNE 4-040-81 recoge la normalización ISO-286. Este sistema está pensado para dos tipos complementarios de elementos: los ejes y los agujeros. Se expresa mediante una letra minúscula para los ejes y mayúscula para los agujeros, seguida de un número que indica la calidad o grado de precisión. Los límites máximo y mínimo dependerán de la cota nominal y de los límites máximo y mínimo dependerán de la cota nominal determinando empleando las tablas proporcionadas en las mencionadas. En las mencionadas se indican los límites de tolerancia después de la notación ISO. P

$$20h7 \begin{pmatrix} +0,000 \\ -0,021 \end{pmatrix}$$

Hay 18 calidades que se denominan 01 , 0 , 1 , 2 , ..., 16, mientras que la 16 es la que admite una mayor tolerancia.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



límites de tolerancia de 10 mm y sin embargo, el valor 10,00 mm no quedaba en el intervalo de tolerancia.

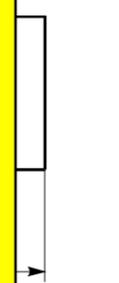


Figura.1

escribir 10,07±0,02.

Sin embargo no parece racional permitir una arbitrariedad absoluta en la elección de cotas y tolerancias, sino que habrá valores más fáciles de obtener que otros, quizá porque dispongamos de elementos en el mercado con unas cotas y no otras o quizá por las mismas herramientas de las que dispongamos. Parece razonable, por ejemplo, que un fabricante produzca masivamente barras metálicas de 5, 10 y 15 mm. Lo que no lo parece tanto es que las produzca de 10,06 ; 10,07 ; 10,08 ... y a su vez cada una afectada de una tolerancia arbitraria.

Por ello se prefiere, al menos para ciertas cotas, elegir dimensiones que sus tolerancias han sido normalizadas, de forma que no se elijan arbitrariamente al valor de la cota. Esto permite además elaborar una notación estandarizada.

Tolerancias normalizadas: notación UNE-ISO

La norma UNE 4-040-81 recoge la normalización ISO-286. Este sistema está pensado para dos tipos complementarios de elementos: los ejes y los agujeros. Se expresa mediante una letra minúscula para los ejes y mayúscula para los agujeros, seguida de un número que indica la calidad o grado de precisión. Los límites máximo y mínimo dependerán de la cota nominal y de los límites máximo y mínimo dependerán de la cota nominal determinando empleando las tablas proporcionadas en las mencionadas. En las mencionadas se indican los límites de tolerancia después de la notación ISO. P

$$20h7 \begin{pmatrix} +0,000 \\ -0,021 \end{pmatrix}$$

Hay 18 calidades que se denominan 01 , 0 , 1 , 2 , ..., 16, mientras que la 16 es la que admite una mayor tolerancia.

EXPRESIÓN GRÁFICA

Tabla 1

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	
d # 3	0.3	0.5	0.8	1.2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	
3 < d # 6	0.4	0.6	1	1.5	2.5	4	5	8	12	18	30	48	75	
6 < d # 10	0.4	.6	1	1.5	2.5	4	6	9	15	22	36	58	90	
10 < d # 18	0.5	0.8	1.2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	
18 < d # 30	0.6	1	1.5	2.5	4	6	9	13	21	33	53	84	130	
30 < d # 50	0.6	1	1.5	2.5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	
50 < d # 80	0.8	1.2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	
80 < d # 120	1	1.5	2.5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	
120 < d # 180	1.2	2	3.5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	
180 < d # 250	2	3	4.5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	
250 < d # 315	2.5	4	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	
315 < d # 400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	
400 < d # 500	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	
	Ultraprecisión		Calibre y piezas de gran precisión					Piezas o elementos destinados a ajustar						

En la tabla 1 se indica el valor del intervalo de tolerancia IT para diferentes grupos de cotas y todas las calidades. En el ejemplo anterior 20h7, podemos comprobar mirando en la fila correspondiente a diámetros entre 18 y 30 mm, en la casilla que se encuentra en la columna de calidad 7, que aparece un 21, que indica una anchura de 21 μm, es decir 0,021 mm.

La posición del intervalo de tolerancia respecto de la cota nominal se indica mediante la letra. En las tablas 2 y 3 se indican las posiciones de los intervalos para los diferentes grupos de diámetros y para cada calidad. En la 2 se indica para ejes (minúsculas) y en la 3 para agujeros (mayúsculas). Nótese que la posición se da en algunos casos por la *diferencia superior* $d_s = d_{máx} - d_{nom}$ o diferencia entre la dimensión máxima y la nominal y en otros por la *diferencia inferior* $d_i = d_{mín} - d_{nom}$ o diferencia entre la dimensión mínima y la nominal. Las posiciones reflejadas en la tabla se indican de manera gráfica en la figura 4.

Las posibles combinaciones de posiciones y calidades siguen siendo muy numerosas, por lo que aún se restringen más, estableciendo la UNE 4-040-81 unas tolerancias preferentes que son las que aparecen en la tabla 4. Nótese cómo son las posiciones h y H las que presentan más posibilidades. Esto es debido a su especial situación con uno de sus límites sobre la propia cota nominal.

Tabla 2

Posición	a	b	c	cd	d	e	ef	f	fg	g	h	j			k		m	n	p	r	s	t	u	v	x	y			
	Calidad												5 y 6	7	8	4 < d # 7	< 4 y > 7	Todas las calidades											
Diferencia fundamental	Diferencia superior ds											Diferencia di (inferior)																	
d # 3	-270	-140	-60	-34	-20	-14	-10	-6	-4	-2	0	-2	-4	-6	0	0	+2	+4	+6	+10	+14	-	+18	-	+20	-			
3 < 6	-270	-140	-70	-46	-30	-20	-14	-10	-6	-4	0	-2	-4	-	+1	0	+4	+8	+12	+15	+19	-	+23	-	+28	-			
6 < d # 10	-280	-150	-80	-56	-40	-25	-18	-13	-8	-5	0	-2	-5	-	+1	0	+6	+10	+15	+19	+23	-	+28	-	+34	-			
10 < d # 14	-290	-150	-95	-	-50	-32	-	-16	-	-6	0	-3	-6	-	+1	0	+7	+12	+18	+23	+28	-	+33	-	+40	-			
14 < d # 18																											-39	+45	-
18 < d # 24	-300	-160	-110	-	-65	-40	-	-20	-	-8	0	-4	-8	-	+2	0	+8	+15	+22	+28	+35	-	+41	+47	+54	+63			
24 < d # 30																											+41	+48	+55
30 < d # 40	-310	-170	-120	-	-80	-50	-	-25	-	-10	0	-5	-10	-	+2	0	+9	+17	+26	+34	+43	+48	+60	+68	+80	+94			
40 < d # 50	-320	-180	-130	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
50 < d # 65	-340	-190	-140	-	-100	-60	-	-30	-	-12	0	-4	-12	-	+2	0	+11	+20	+32	+41	+53	+66	+87	+102	+122	+144			
65 < d # 80	-360	-200	-150	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
80 < d # 100	-380	-220	-170	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
100 < d # 120	-410	-240	-180	-	-120	-72	-	-36	-	-15	0	-9	-15	-	+3	0	+13	+23	+37	+51	+71	+91	+124	+146	+178	+214			
120 < d # 140	-460	-260	-200	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
140 < d # 160	-520	-280	-210	-	-145	-85	-	-43	-	-18	0	-11	-18	-	+3	0	+15	+27	+43	+54	+79	+104	+144	+172	+210	+254			
160 < d # 180	-580	-310	-230	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
180 z d # 200	-660	-340	-240	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
200 < d # 225	-740	-380	-260	-	-170	-100	-	-50	-	-21	0	-13	-21	-	+4	0	+17	+31	+50	+63	+92	+122	+170	+202	+248	+300			
225 < d # 250	-820	-420	-280	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
250 < d # 280	-920	-460	-300	-	-190	-110	-	-56	-	-26	0	-16	-26	-	+4	0	+20	+34	+56	+65	+100	+134	+190	+228	+280	+340			
280 < d # 315	-1050	-540	-330	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
315 < d # 355	-1200	-600	-360	-	-210	-125	-	-62	-	-28	0	-18	-28	-	+4	0	+21	+37	+62	+77	+122	+166	+236	+284	+350	+425			
355 < d # 400	-1350	-680	-400	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
400 < d # 450	-1500	-760	-440	-	-230	-135	-	-68	-	-32	0	-20	-32	-	+5	0	+23	+40	+68	+80	+130	+180	+258	+310	+385	+470			
450 < d # 500	-1650	-840	-480	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



TOLERANCIAS Y AJUSTES

Tabla 3.

Posición	A	B	C	CD	D	E	EF	F	FG	G	H	Js	J			K				M				N						
Calidad	Todas las calidades												6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8	\$ 9	5	6	7	8	\$ 9	5
Diámetro	Diferencia inferior Di												Diferencia inferior Di																	
d# 3	+270	+140	+60	+34	+20	+14	+10	+6	+4	+2	0		+2	+4	+6	0	0	0	0	-2	-2	-2	-2	-2	-4	-4	-4	-4	-4	-4
3 < d # 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	-1
6 < d # 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	-1
10 < d # 18	+290	+150	+95	-	+50	+32	-	+16	-	+6	0		+6	+10	+15	+2	+2	+6	+8	-4	-4	0	+2	-7	-99	-9	-5	-3	0	-1
18 < d # 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	-1
30 < d # 40	+310	+170	+120	-	+80	+50	-	+25	-	+9	0		+10	+14	+25	+2	+3	+7	+12	-5	-4	0	+5	-9	-13	-12	-8	-3	0	-2
40 < d # 50	+320	+180	+130	-	+100	+60	-	+30	-	+10	0		+13	+18	+28	+3	+4	+9	+14	-6	-5	0	+5	-11	-15	-14	-9	-4	0	-2
50 < d # 65	+340	+190	+140	-	+120	+72	-	+36	-	+12	0		+16	+22	+34	+2	+4	+10	+16	-8	-6	0	+6	-13	-18	-16	-10	-4	0	-3
65 < d # 80	+360	+200	+150	-	+145	+85	-	+43	-	+14	0	-IT/2	+18	+26	+41	+3	+4	+12	+20	-9	-8	0	+8	-15	-21	-20	-12	-4	0	-3
80 < d # 100	+380	+220	+170	-	+170	+100	-	+50	-	+15	0		+22	+30	+47	+2	+5	+13	+22	-11	-8	0	+9	-17	-25	-22	-14	-5	0	-4
100 < d # 120	+410	+240	+180	-	+190	+110	-	+56	-	+17	0		+25	+36	+55	+3	+5	+16	+25	-13	-6	0	+9	-20	-27	-25	-14	-5	0	-4
120 < d # 140	+460	+260	+200	-	+210	+125	-	+62	-	+18	0		+29	+39	+60	+3	+7	+17	+28	-14	-10	0	+11	-21	-30	-26	-16	-5	0	-5
140 < d # 160	+520	+280	+210	-	+230	+135	-	+68	-	+20	0		+33	+43	+66	+2	+8	+18	+29	-16	-10	0	+11	-23	-33	-27	-17	-6	0	-6
160 < d # 180	+580	+310	+230	-																										
180 < d # 200	+660	+340	+240	-																										
200 < d # 225	+740	+380	+260	-																										
225 < d # 250	+820	+420	+280	-																										
250 < d # 280	+920	+480	+300	-																										
280 < d # 315	+1050	+540	+330	-																										
315 < d # 335	+1200	+600	+360	-																										
335 < d # 400	+1350	+680	+400	-																										
400 < d # 450	+1500	+760	+440	-																										
450 < d # 500	+1650	+810	+480	-																										

Posición	R				S				T				U				V				X				Y				Z				
Calidad	5	6	7	\$ 8	5	6	7	\$ 8	5	6	7	# 8	5	6	7	# 8	5	6	7	\$ 8	5	6	7	\$ 8	6	7	\$ 8	5	7	\$ 8	5	7	\$ 8
Diámetro	Diferencia Superior Ds																Diferencia Superior Ds																
d# 3	-10	-10	-10	-10	-14	-14	-14	-14	-	-	-	-	-18	-18	-18	-18	-	-	-	-	-20	-20	-20	-20	-	-	-	-26	-26	-26	-	-	-
3 < d # 6	-14	-12	-11	-15	-18	-16	-15	-19	-	-	-	-	-22	-20	-19	-23	-	-	-	-	-27	-25	-24	-28	-	-	-	-37	-37	-35	-	-	-
6 < d # 10	-17	-16	-13	-19	-21	-20	-17	-23	-	-	-	-	-26	-25	-22	-28	-	-	-	-	-32	-31	-28	-34	-	-	-	-39	-36	-42	-	-	-
10 < d # 14	-20	-20	-16	-23	-25	-25	-21	-28	-	-	-	-	-30	-30	-26	-33	-	-	-	-	-37	-37	-33	-40	-	-	-	-47	-43	-50	-	-	-
14 < d # 18	-25	-24	-20	-28	-31	-31	-27	-35	-	-	-	-	-36	-36	-32	-39	-44	-43	-39	-47	-51	-50	-46	-54	-59	-55	-63	-69	-65	-73	-	-	-
18 < d # 24	-25	-24	-20	-28	-31	-31	-27	-35	-38	-37	-33	-41	-45	-44	-40	-48	-52	-51	-47	-55	-61	-60	-56	-64	-71	-67	-75	-84	-80	-55	-1	-	-
24 < d # 30	-30	-29	-25	-34	-38	-38	-34	-43	-44	-43	-39	-48	-56	-55	-51	-60	-64	-63	-59	-68	-76	-75	-71	-80	-89	-85	-94	-107	-103	-112	-1	-	-
30 < d # 40	-30	-29	-25	-34	-38	-38	-34	-43	-50	-49	-45	-54	-66	-65	-61	-70	-77	-76	-72	-81	-93	-92	-88	-97	-109	-105	-114	-131	-127	-136	-1	-	-
40 < d # 50	-36	-35	-30	-41	-47	-47	-42	-51	-61	-60	-55	-66	-82	-81	-76	-87	-97	-96	-91	-102	-117	-116	-111	-122	-138	-133	-144	-166	-161	-172	-2	-	-
50 < d # 65	-36	-35	-30	-41	-47	-47	-42	-51	-61	-60	-55	-66	-82	-81	-76	-87	-97	-96	-91	-102	-117	-116	-111	-122	-138	-133	-144	-166	-161	-172	-2	-	-
65 < d # 80	-38	-37	-32	-43	-54	-53	-48	-59	-40	-69	-64	-75	-97	-96	-91	-107	-115	-114	-109	-120	-171	-140	-135	-146	-168	-163	-174	-204	-199	-210	-2	-	-
80 < d # 100	-46	-44	-38	-51	-66	-64	-59	-71	-86	-84	-78	-91	-119	-117	-111	-124	-141	-139	-133	-146	-173	-171	-165	-178	-207	-201	-214	-251	-245	-258	-3	-	-
100 < d # 120	-49	-47	-41	-54	-74	-72	-66	-79	-99	-97	-91	-104	-139	-137	-131	-144	-167	-165	-159	-172	-205	-203	-197	-210	-247	-241	-254	-303	-297	-310	-3	-	-
120 < d # 140	-57	-56	-48	-63	-86	-85	-77	-92	-116	-115	-107	-122	-164	-163	-155	-170	-196	-195	-187	-202	-242	-241	-233	-248	-293	-285	-300	-358	-350	-365	-4	-	-
140 < d # 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	-5	-	-
160 < d # 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	-5	-	-
180 < d # 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	-6	-	-
200 < d # 225	-74	-71	-63	-80	-124	-121	-113	-130	-174	-171	-163	-180	-252	-249	-241	-258	-304	-301	-293	-310	-379	-376	-368	-385	-461	-453	-470	-566	-558	-575	-7	-	-
225 < d # 250	-78	-75	-67	-84	-134	-131	-123	-140	-190	-187	-179	-196	-278	-275	-267	-284	-334	-331	-323	-340	-419	-416	-408	-425	-511	-503	-520	-631	-623	-640	-8	-	-
250 < d # 280	-87	-85	-74	-94	-151	-149	-138	-158	-211	-209	-198	-218	-309	-306	-295	-312	-378	-376	-365	-385	-468	-466	-455	-475	-571	-560	-580	-701	-690	-710	-9	-	-
280 < d # 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	-9	-	-
315 < d # 335	-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</				

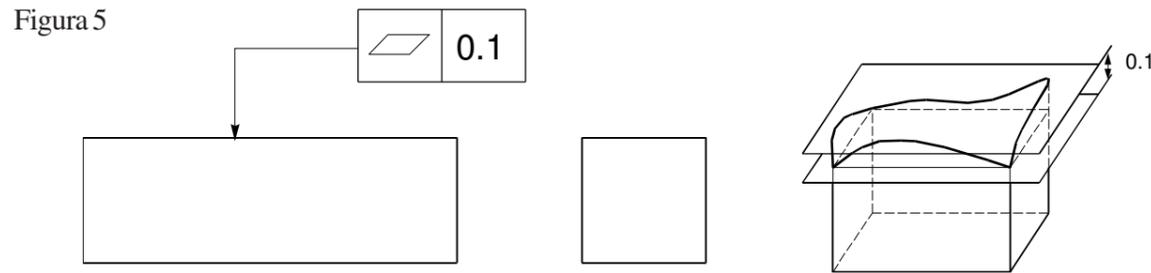
Tolerancias geométricas.

De igual forma que las dimensiones de una pieza presentan errores que limitamos estableciendo tolerancias dimensionales, también la propia geometría presentará desviaciones respecto de la que idealmente se representa. Estas desviaciones se controlan mediante las tolerancias geométricas. Dentro de las tolerancias geométricas podemos distinguir tolerancias de forma, de orientación, de posición y de oscilación.

Tolerancias de forma.

El problema de establecer cuánto se aproxima una forma real a la forma de diseño ideal admite múltiples soluciones. En particular, la norma UNE 2-121-91 la resuelve estableciendo para un determinado elemento geométrico ideal dos elementos similares desplazados una cierta distancia -la cual se indicará- entre los cuales se admite que se encuentre el elemento geométrico real.

Por ejemplo, en la figura 5 se indica la planitud de una superficie real que idealmente es un plano, estableciendo como límite de tolerancia dos planos paralelos al plano ideal y separados 0,1 mm. Si la superficie real permanece siempre entre dichos dos planos, entonces cumple la tolerancia especificada. Nótese que la posición de los planos límites no se especifica, sino sólo su distancia relativa: se especifica una tolerancia geométrica y no dimensional.



Como puede comprobarse en el ejemplo anterior la tolerancia geométrica se indica mediante un recuadro compuesto de una casilla en que se indica un símbolo correspondiente a la propiedad geométrica en cuestión -en nuestro caso el símbolo de planitud- y un número que indica la distancia en mm entre dos formas ideales -en el ejemplo citado 0,1. Si el elemento acotado es real, el recuadro se une al elemento mediante una línea fina -diferente de las líneas de cota- acabada en una flecha. Si por el contrario, el elemento acotado es un eje o un plano de simetría, la línea de cota se prolonga hasta el recuadro. Así en las figuras 6 y 7 se muestran ejemplos de ambos casos. En la figura 6 se establece la rectitud de 0,05 del eje del cilindro, el cual se indica que debe estar comprendido en toda su longitud en el interior de un cilindro de radio 0,05 mm.

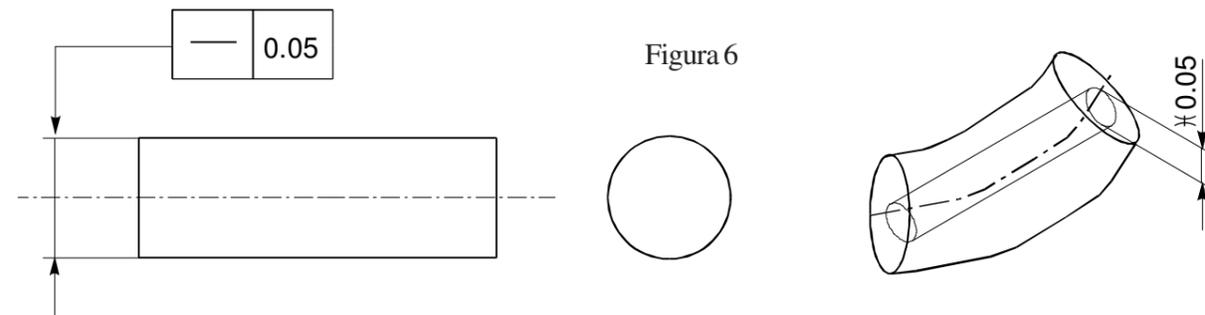
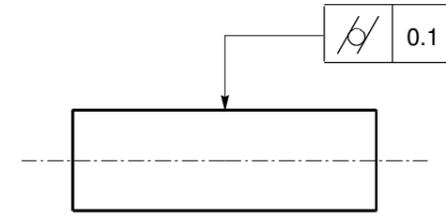
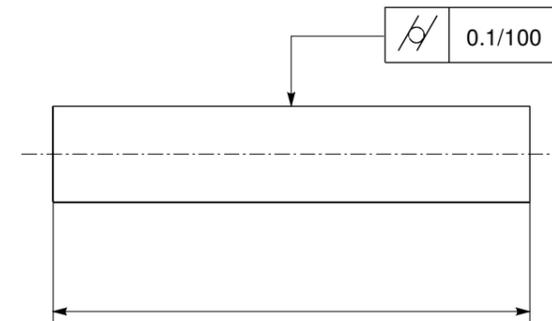


Figura 7



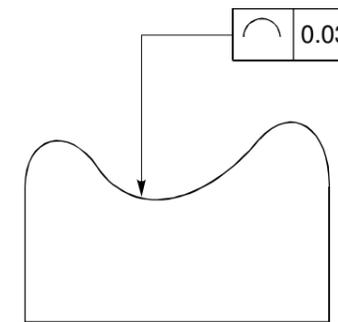
En la figura 7 se establece la cilindricidad de 0,1 de la superficie del cilindro que debe estar comprendida entre dos cilindros coaxiales cuyos radios difieren en 0,1 mm. Para indicar que esta limitación afecta a toda la longitud del cilindro. Para indicar que la tolerancia es limitada se escribe detrás de la tolerancia separándola de ésta mediante una línea de cota. Como en el mismo ejemplo que en el caso anterior pero limitando la exigencia de cilindricidad a una longitud determinada puede comprobarse, esta prescripción es menos exigente que la anterior.

Figura 8



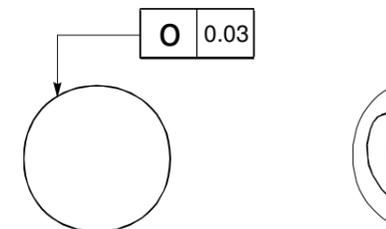
La forma de una línea plana arbitraria se puede afectar de tolerancia de redondez. En el ejemplo en la figura 9 se muestra una línea plana arbitraria limitada por dos líneas envolventes de las circunferencias del diámetro indicado y cuyo centro es el punto de la línea plana. Como en el ejemplo en la figura 9.

Figura 9



El caso especial de redondez de una circunferencia tiene un símbolo especial que cuando hablamos de líneas planas el plano en el que se encuentra la circunferencia se indica con una línea de cota.

Figura 10



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



dro debe
e supone
ad deter-
presenta
n. Como

os líneas
estra un

). Nótes