



Sesión 3

Campus
Arequipa

Procesos de Fabricación

Carlos Arturo
Pacheco Arenas

Tolerancias



inicio

¡ Buenos días !



TODOS NUESTROS SUEÑOS SE
PUEDEN HACER REALIDAD SI
TENEMOS EL CORAJE DE
PERSEGUIRLOS.

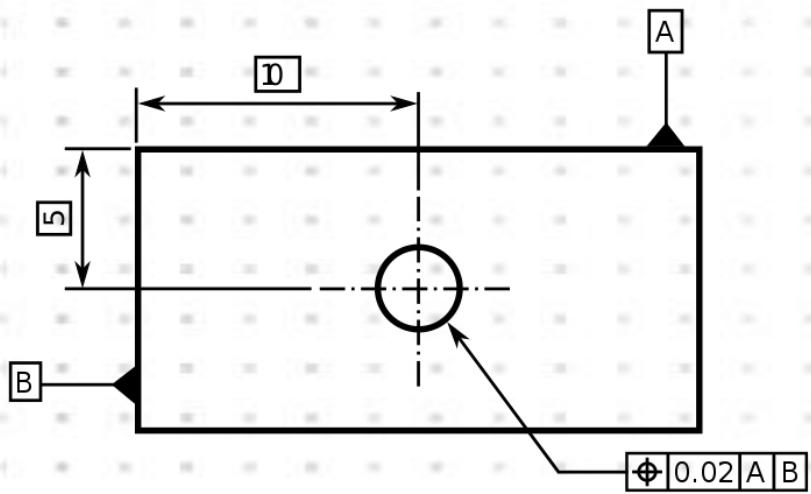
WALT DISNEY



Universidad Católica
San Pablo

Reaso

DIMENSIONAMIENTO



Se define como la acción de definir las distancias, ángulos, ubicaciones, entre otros. El dimensionamiento nos permite describir tamaños y la ubicación de las características del diseño.

El sistema de dimensionamiento hace posible la fabricación en serie de infinidad de piezas y partes que posteriormente deben ser ensambladas.

Repasso

- ✓ **EXACTITUD:** Valores correctos deben de ser dados
- ✓ **CLARIDAD:** Las dimensiones deben de ser puestas en posiciones adecuadas.
- ✓ **COMPLETADO:** Nada debe de ser excluido, y nada debe duplicarse.
- ✓ **LEGITIBIDAD:** La calidad de la línea apropiada debe ser utilizado para la legibilidad.



Repasso

1. Flechas Longitud 2 5 mm Ángulo 15 °
2. Cifra de cota Altura 2 5 mm.
3. Línea de cota Distancia mínima entre cotas 6 a 8 mm Distancia entre la primera cota y la arista del cuerpo 8 a 10 mm.
4. Línea auxiliar de cota

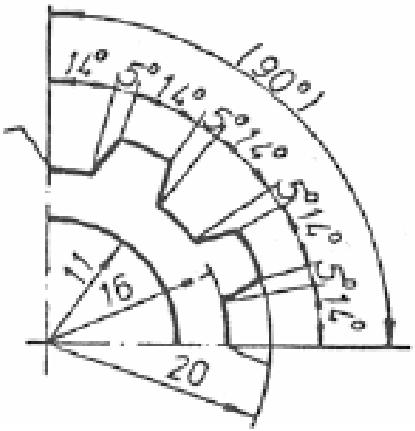
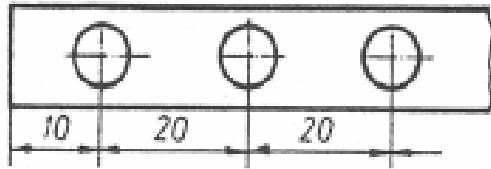
Símbolos que están acompañando a una cifra de cota

cuadrado	diámetro	radio	hexágono
\square	\varnothing	R	\square

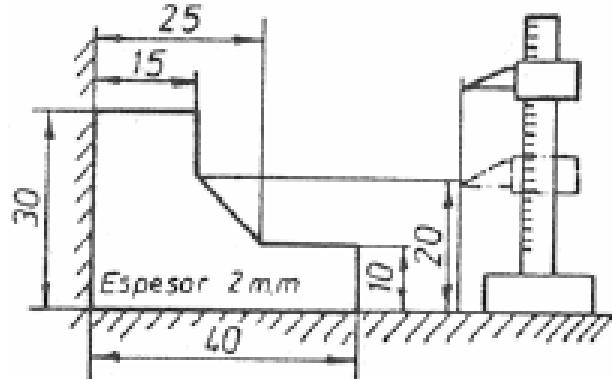
La cota expresa el valor real de la magnitud que define, sin importar su escala.

Reaso

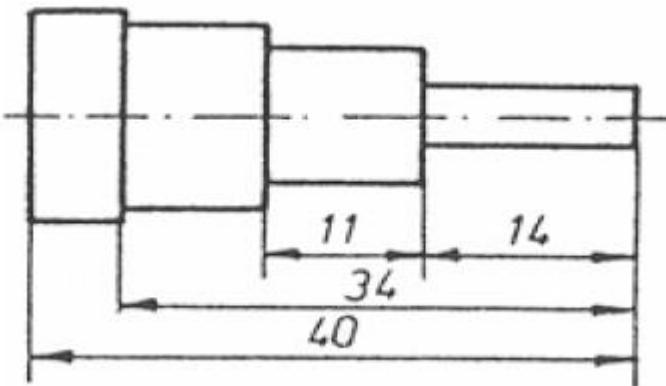
Acotación en Serie o en Cadena



Acotación en paralelo

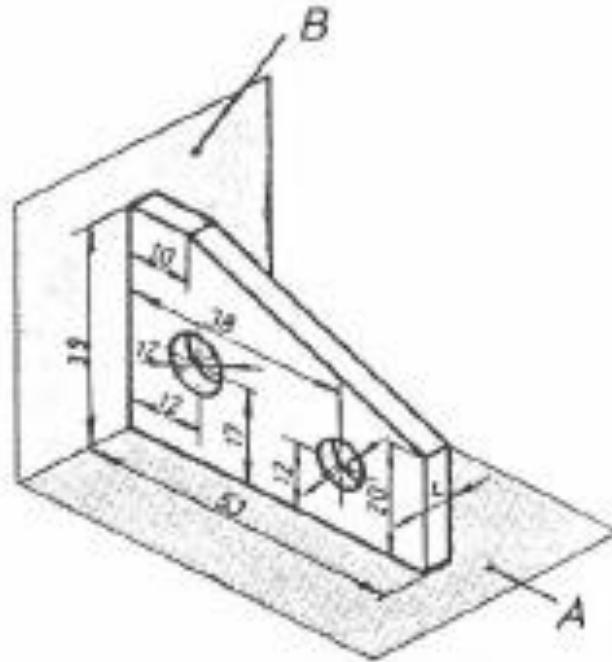
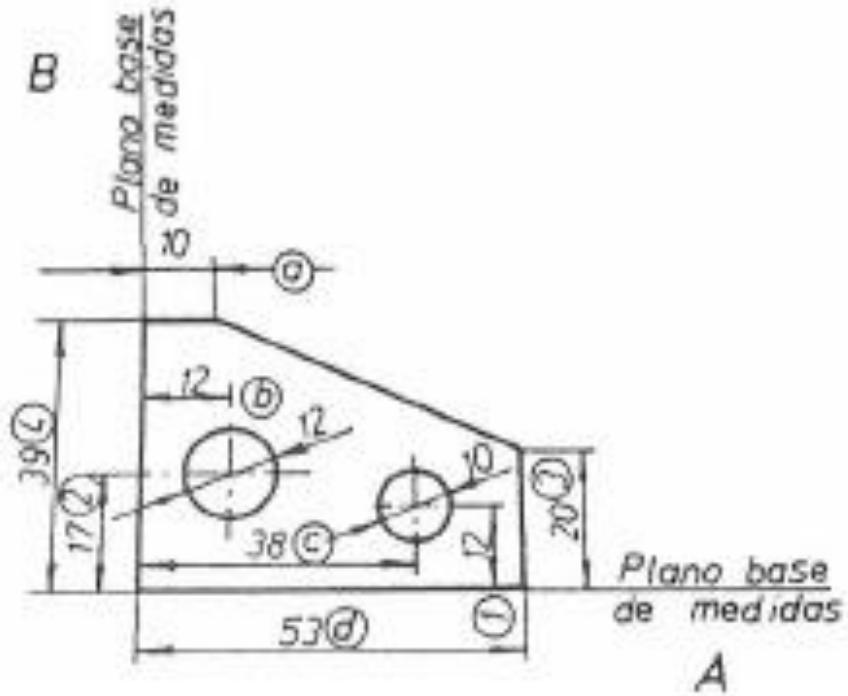


Acotación Combinada



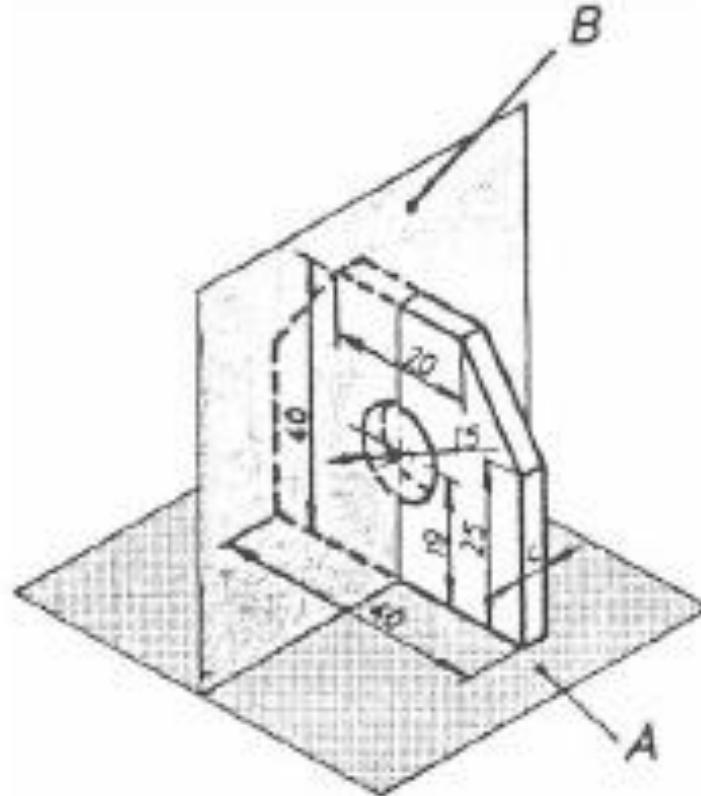
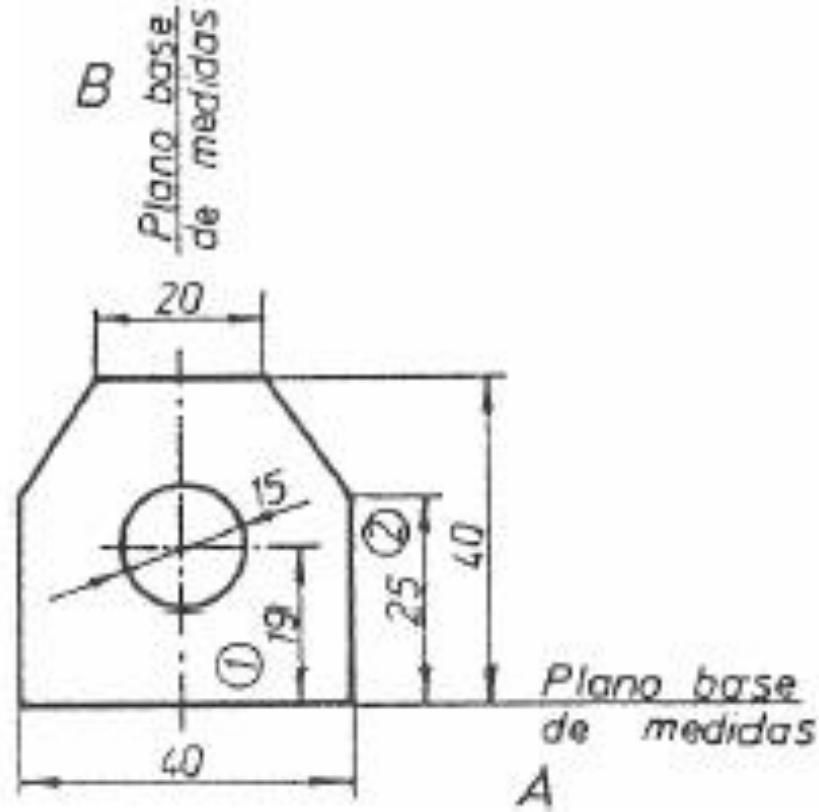
Reaso

Piezas Prismáticas Asimétricas



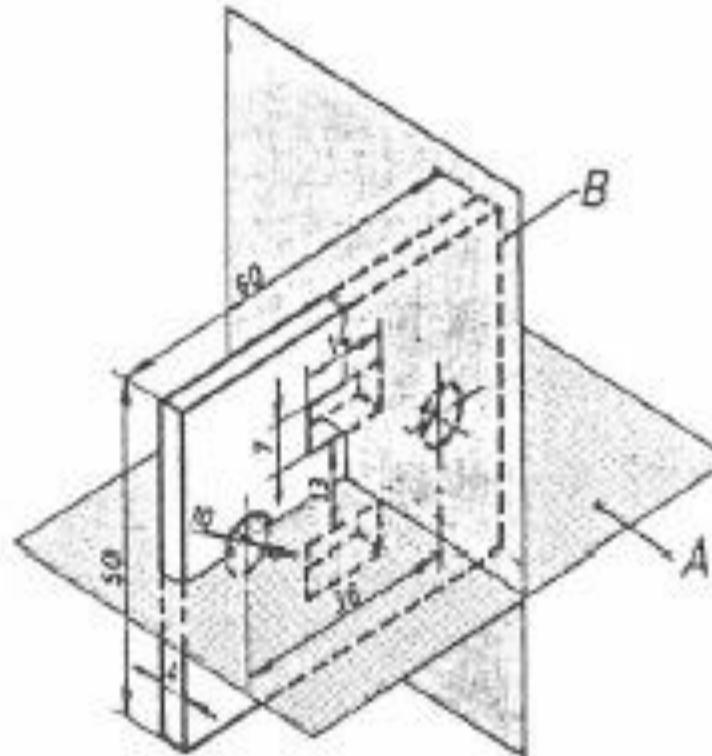
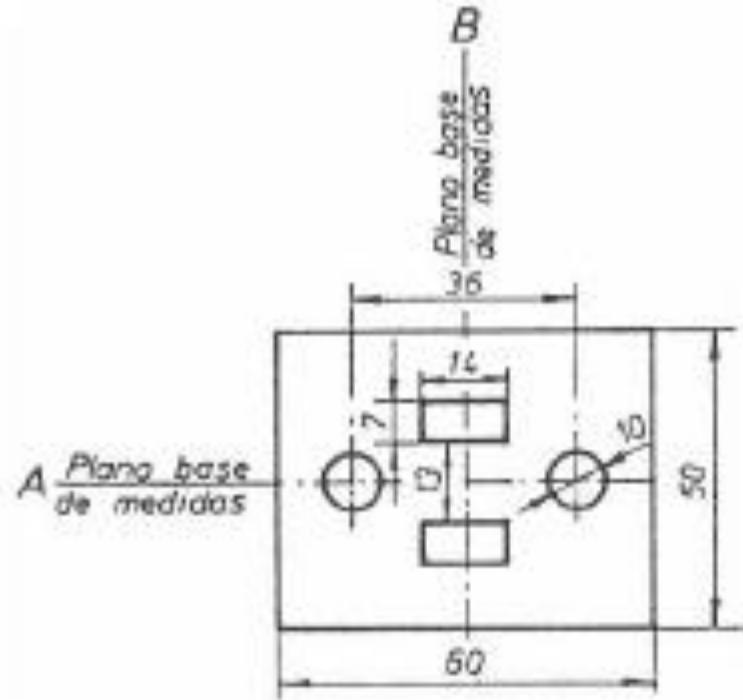
Reaso

Piezas Simétricas Simples



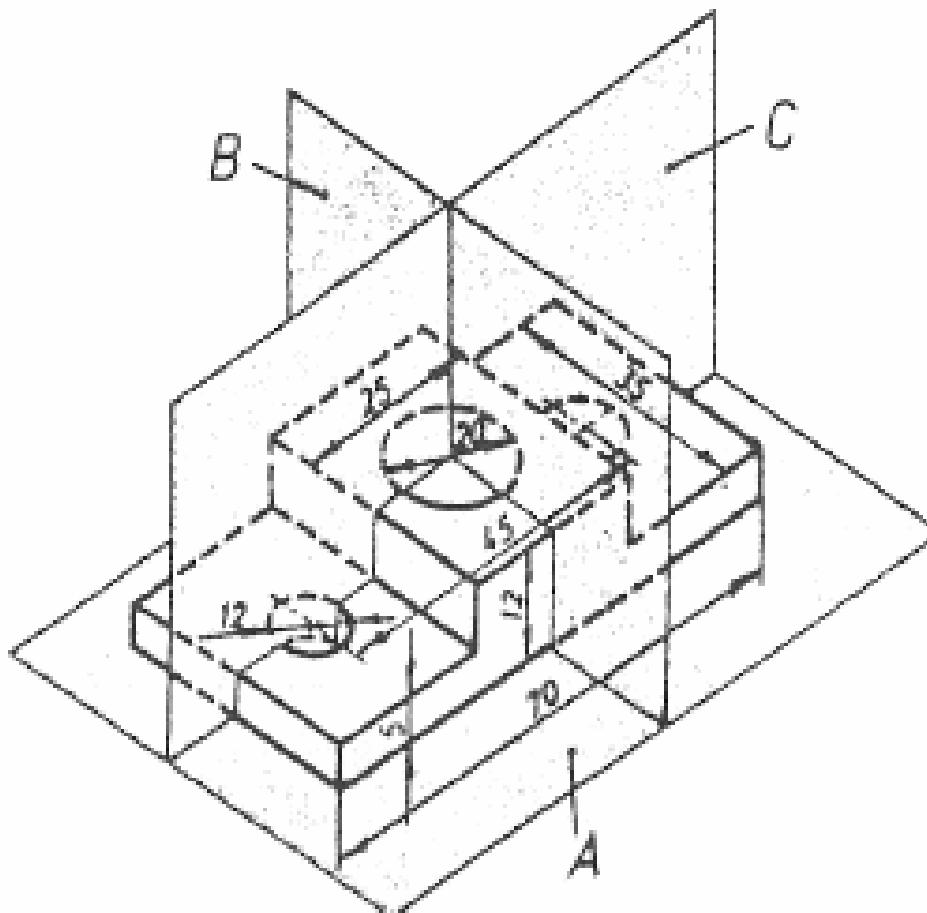
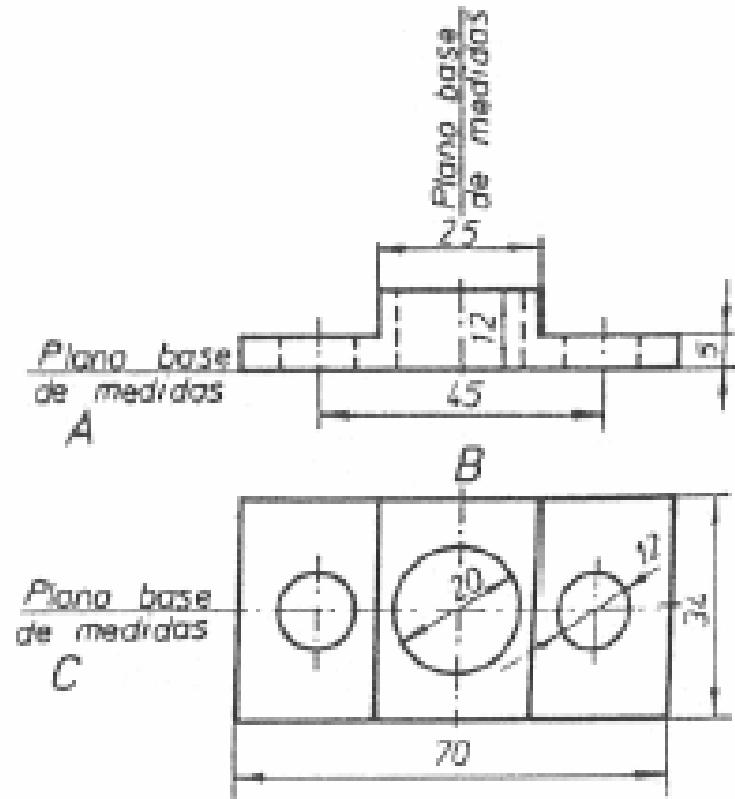
Reaso

Piezas Simétricas en Dos Direcciones



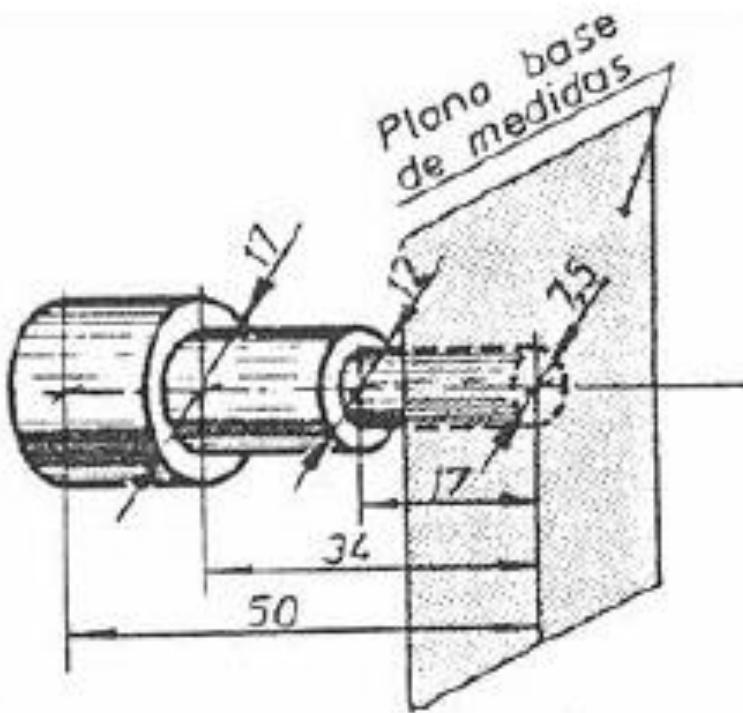
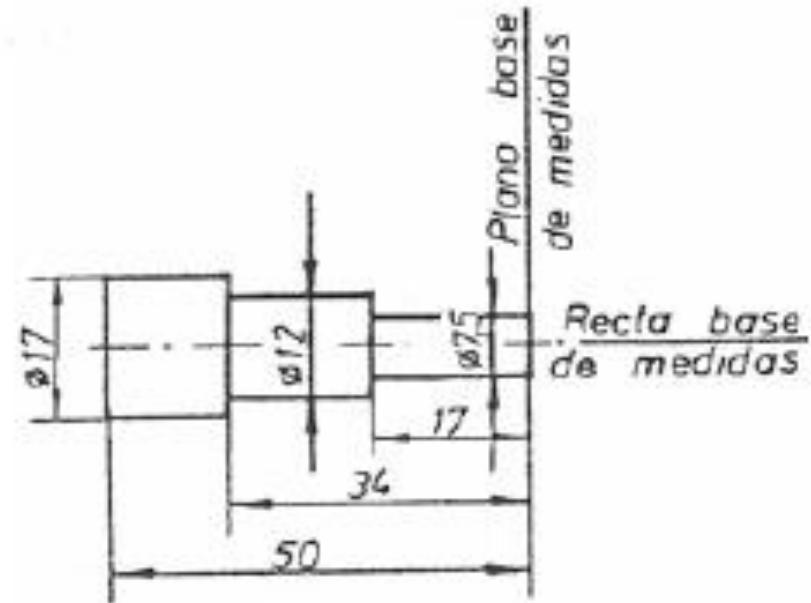
Repaso

Piezas Simétricas en tres dimensiones



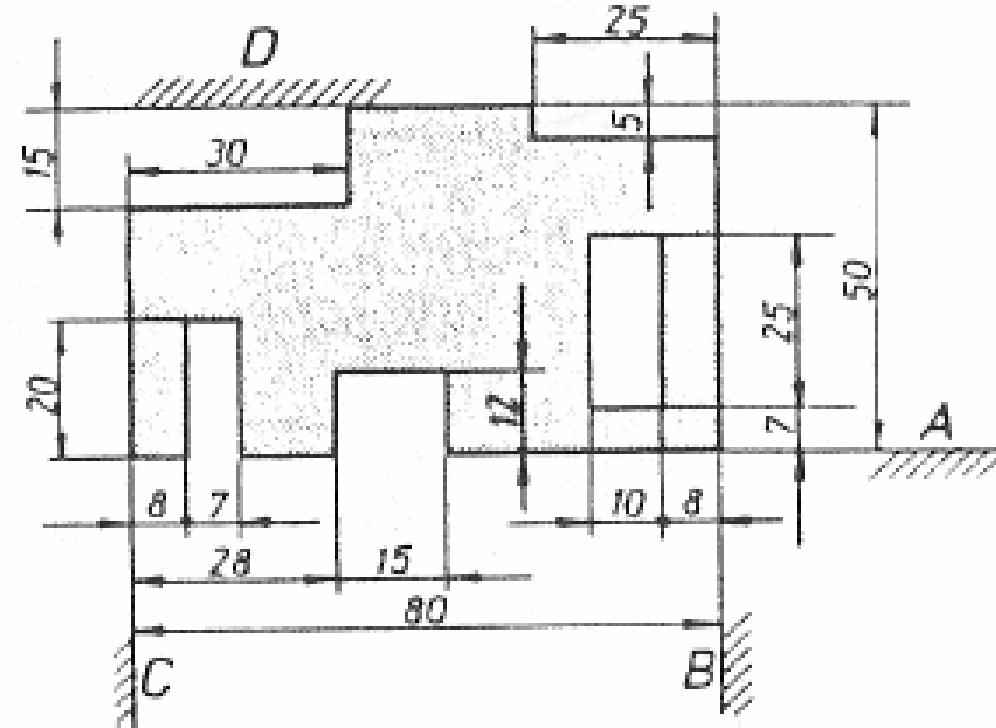
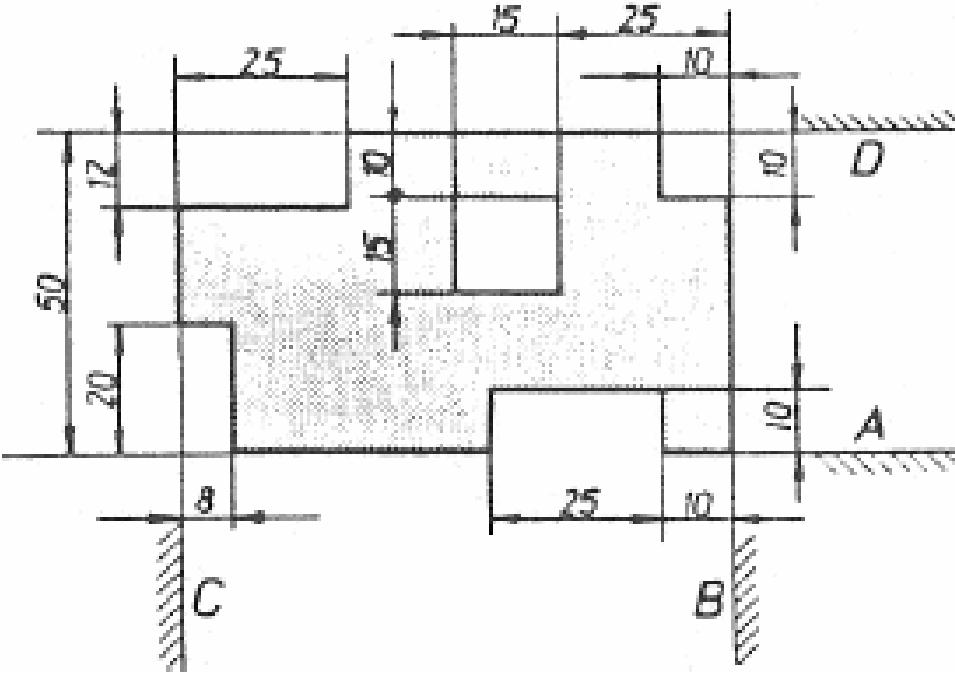
Repasso

Acotación de Piezas de Revolución



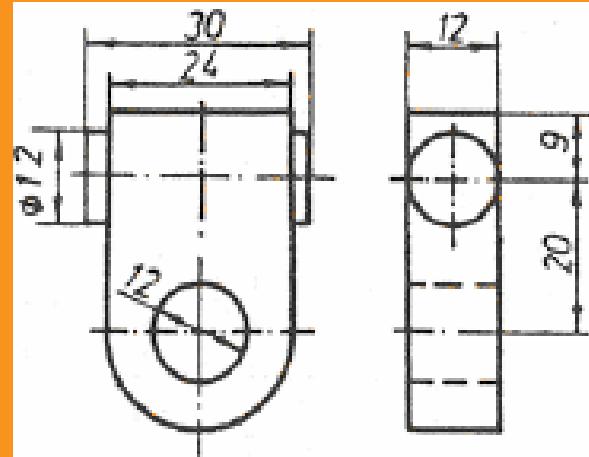
Reaso

Acotación Según Planos Paralelos y Perpendiculares

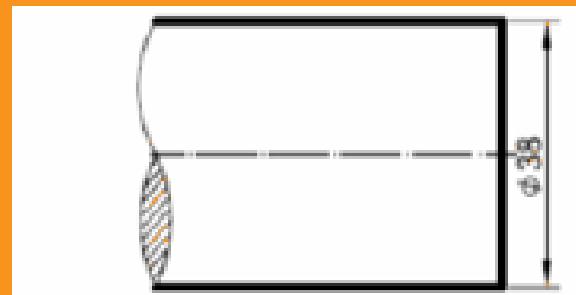


Repaso

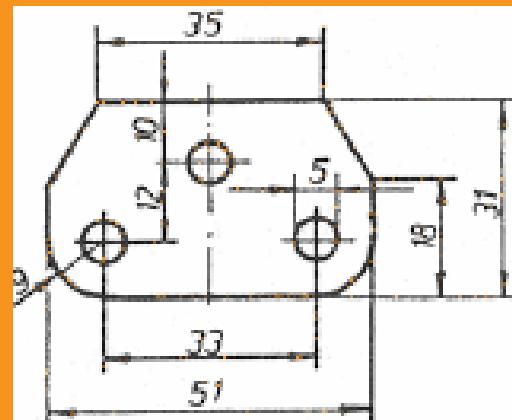
1. Las cotas han de colocarse, en la vista donde resulten más claras y expresivas, para determinar mejor la dimensión que deben representar.



2. Cuando acotemos un diámetro y en la vista donde se inscriba la cota no sea perceptible la forma circular, se antepondrá a la cifra de cota el símbolo de diámetro.

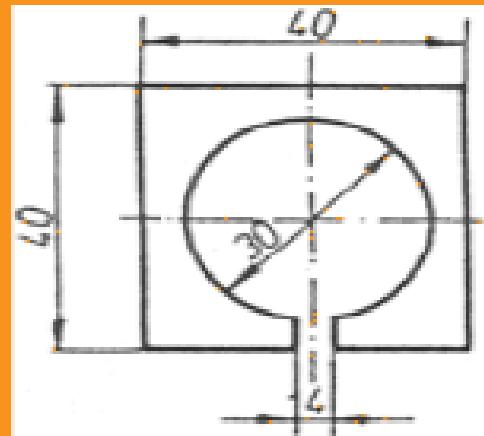


3. Las cotas de elementos iguales no se repiten, siempre que no den lugar a equivocación. P.e., solo se acota un agujero y un radio.

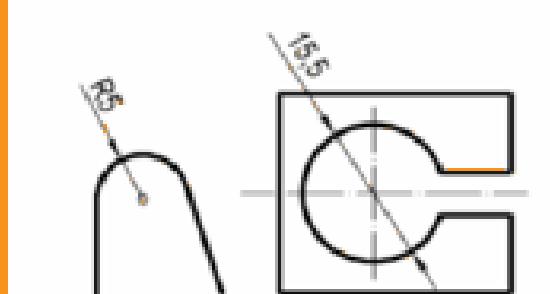


Repaso

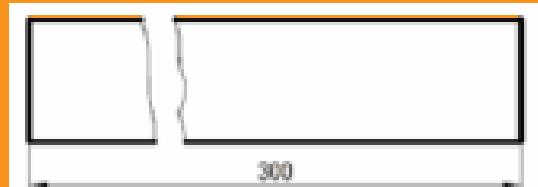
4. Los arcos de circunferencias menores a 180° se acotan por su radio y mayores a 180° se acotan por su diámetro.



5. No se indica el símbolo de diámetro cuando la cota aparece sobre la forma circular.

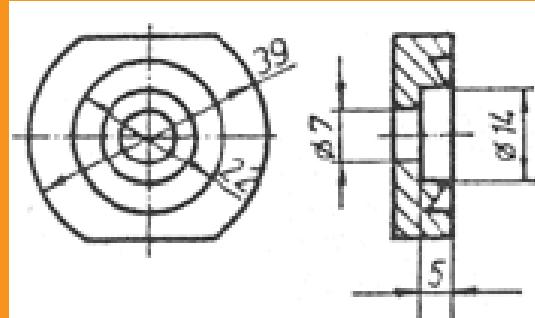


6. Si la pieza tiene una gran longitud y se representa interrumpida, la cifra de cota corresponderá a la totalidad.

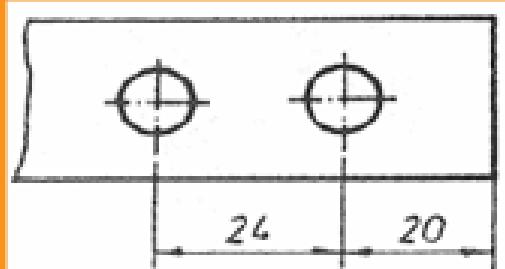


Repasso

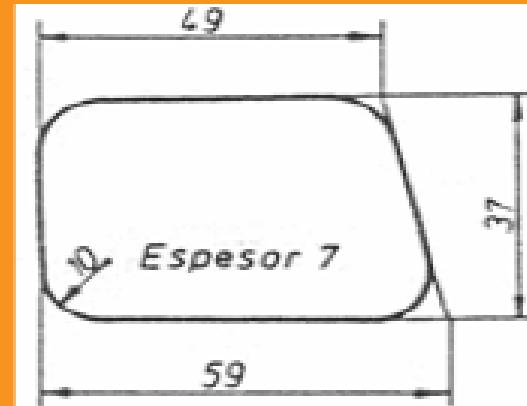
7. De ser posible, no deben pasar más de tres cotas de diámetro por un mismo centro.



8. Generalmente, los agujeros se acotan respecto a sus ejes, a no ser que se refieran a un plano base de medidas.

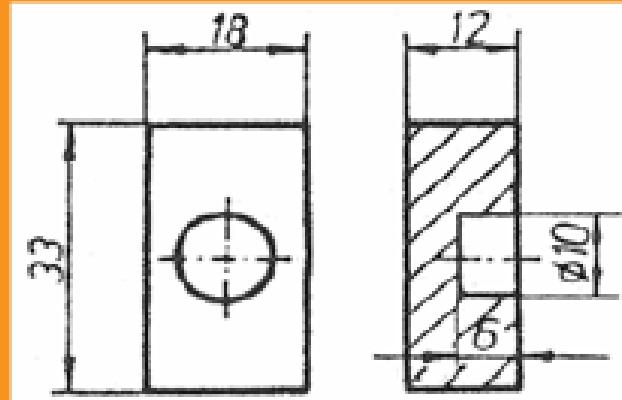


9. El espesor de chapa, pletina, etc., se indica en el interior de la representación.

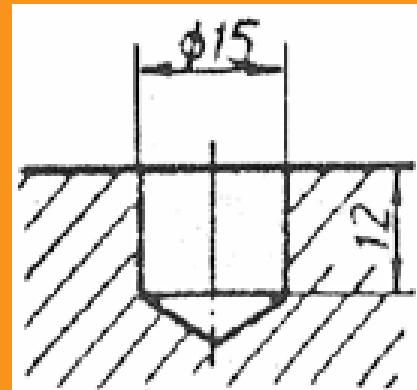


Repasso

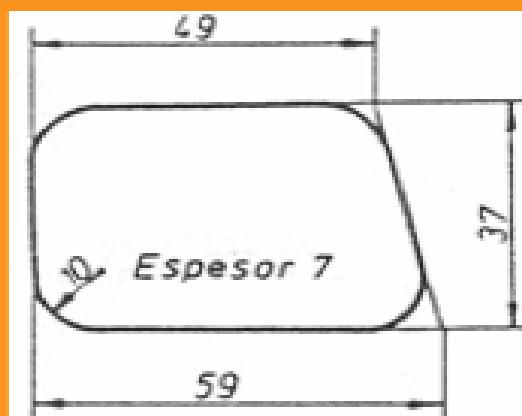
10. Cuando varias cotas determinan las dimensiones de un mismo detalle de la pieza, se colocan a ser posible, en la misma vista.



11. El ángulo del fondo de los agujeros, hechos con broca, es aprox. 120° y no precisa ser acotado. La profundidad se acota en la linea de la parte cilindrica.

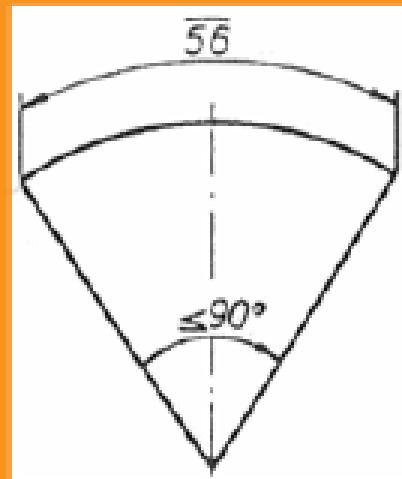


12. En las acotaciones de ángulos redondeados hay que determinar, los vértices de los mismos, en linea llena estrecha; a partir de los vértices, se trazan las líneas auxiliares de cota.

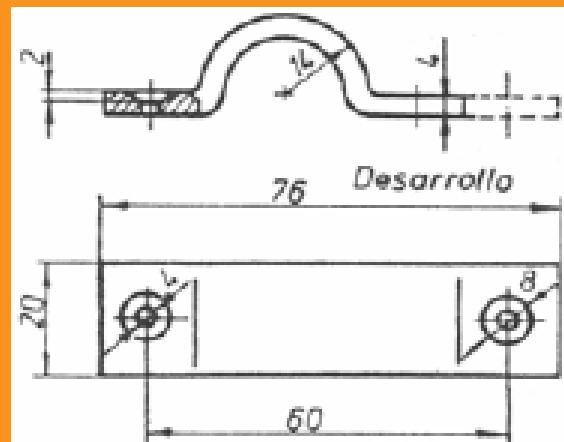


Repasso

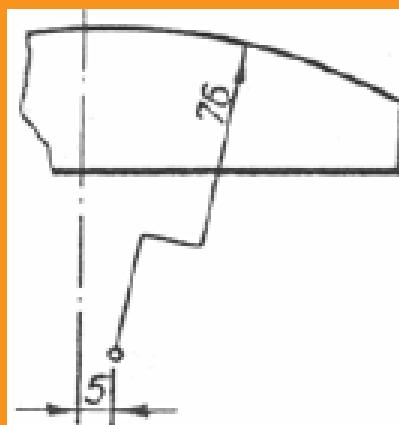
13. Para acotar longitudes de arco, cuya abertura sea igual o menor de 90° , las líneas de referencia serán paralelas a la bisectriz y a la línea de cota paralela al arco, anotando en la parte superior de la cifra un pequeño arco



14. Las piezas obtenidas por doblado o curvado, se representan con su verdadera forma en la vista de alzado, después de haber sido dobladas; y en la vista de planta, sin doblar, añadiendo a cada una las cotas correspondientes

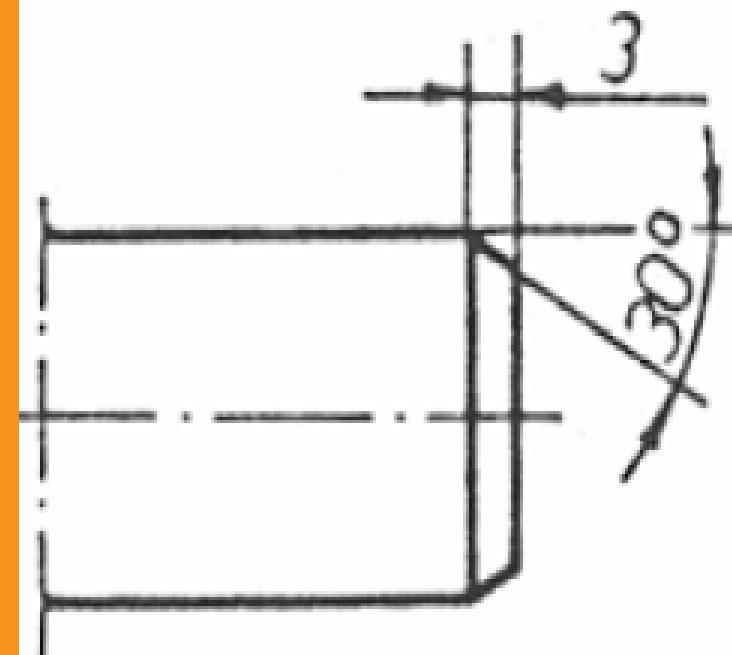
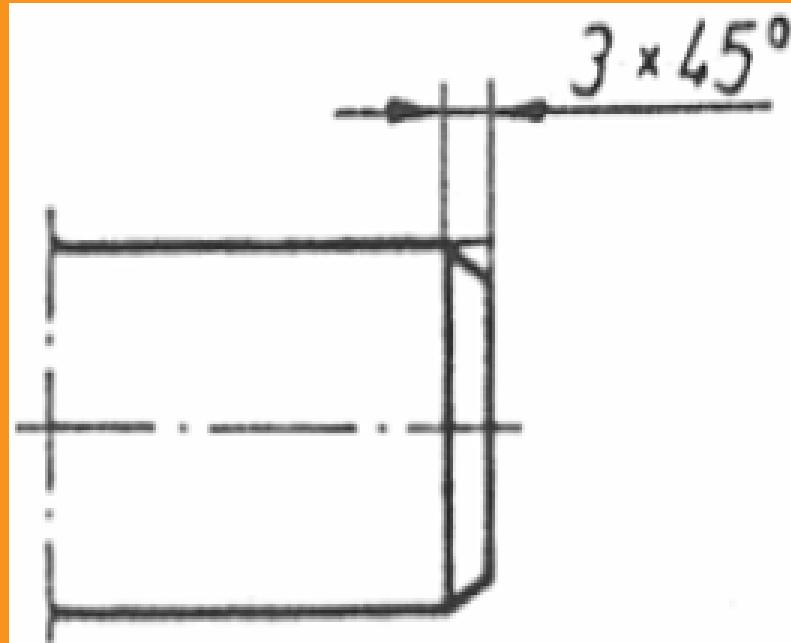


15. Si es necesario acotar la posición del centro de radios grandes, cuya situación sale fuera de los límites del dibujo, la parte del radio, que se encuentra en el arco, llevará la dirección hacia su centro geométrico y su desviación será doble ángulo recto. La cota debe indicarse en la parte cercana a la flecha).



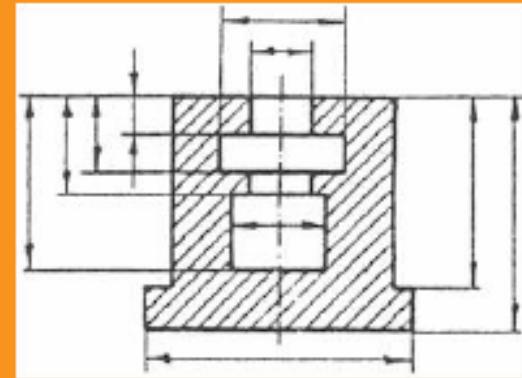
Repaso

16. Los chaflanes a 45° se pueden indicar con una sola acotación para la anchura y el valor del ángulo. Cuando los chaflanes no están a 45° , se acotan, por separado, la anchura y el valor del ángulo .

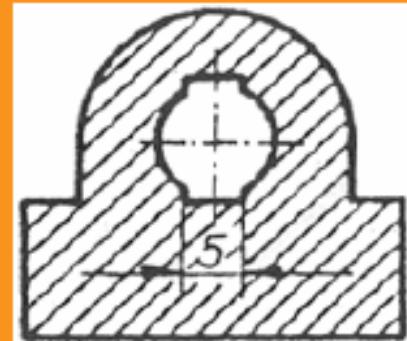


Repasso

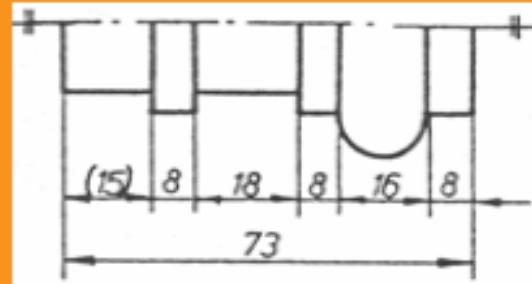
17. En piezas con formas interiores, a ser posible, se separan las cotas interiores de las exteriores, colocándolas en lados opuestos.



18. En superficies rayadas se debe interrumpir el rayado alrededor de las cifras de cota; para ello es conveniente acotar primero y rayar después la sección.



19. Deben evitarse las series de cotas cerradas (acotación en serie). Cuando es inevitable se deja sin acotar una dimensión o bien se coloca dicha cota entre paréntesis.

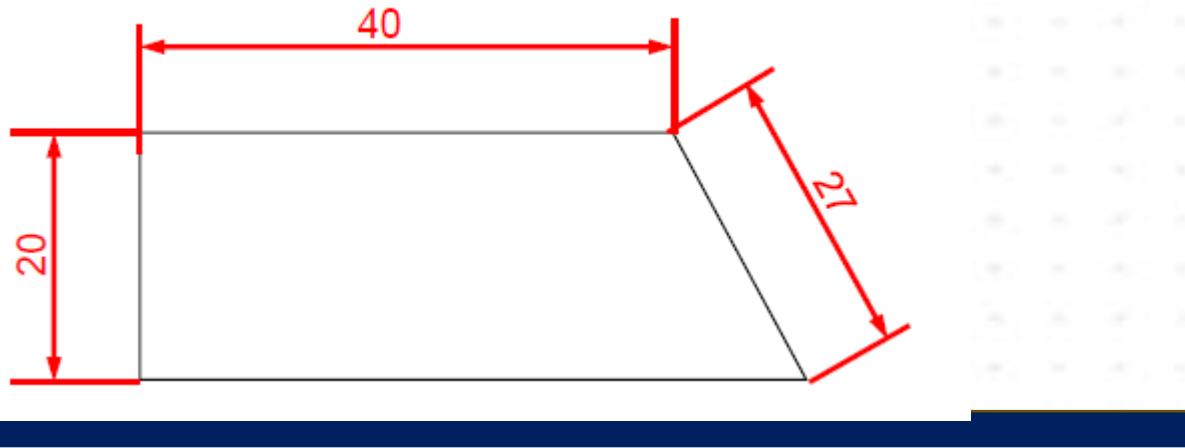


Repasso

Existen dos métodos de inscripción de cotas:

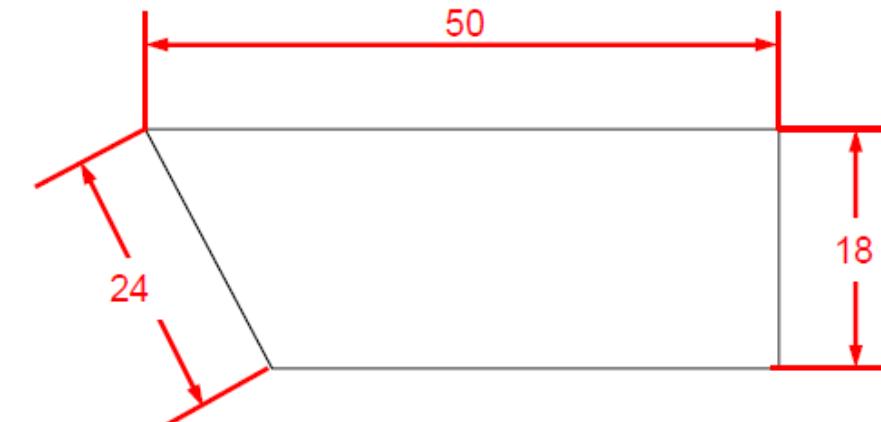
METODO 1

Las cifras de cota se colocan paralelamente a sus líneas de cota, centradas, por encima y ligeramente separadas de éstas. Deben ser leídas desde abajo o desde la derecha.

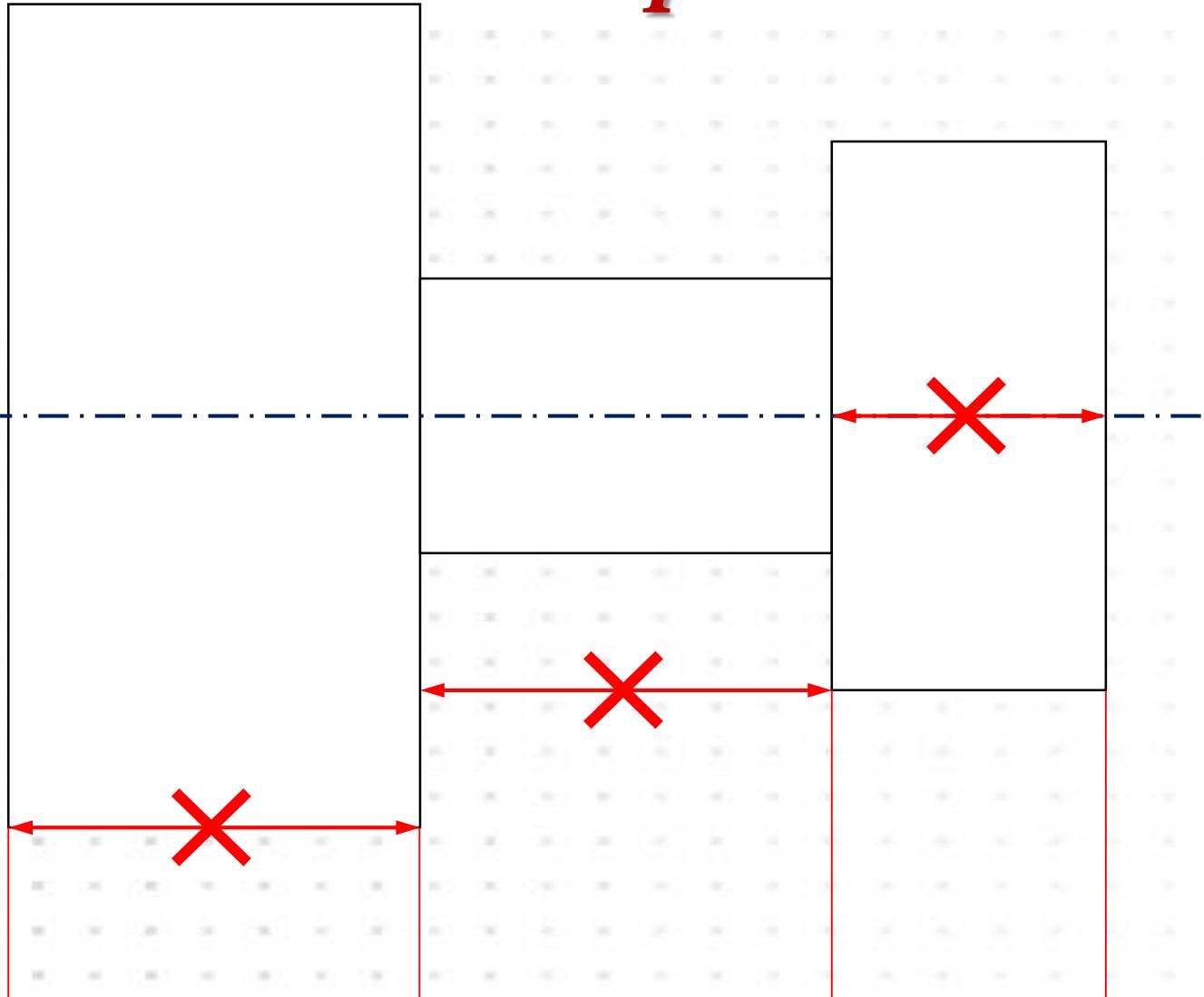


METODO 2

Las cifras deben inscribirse para ser leídas desde abajo. Las líneas de cota no horizontales se cortan a la mitad para poner la cifra.

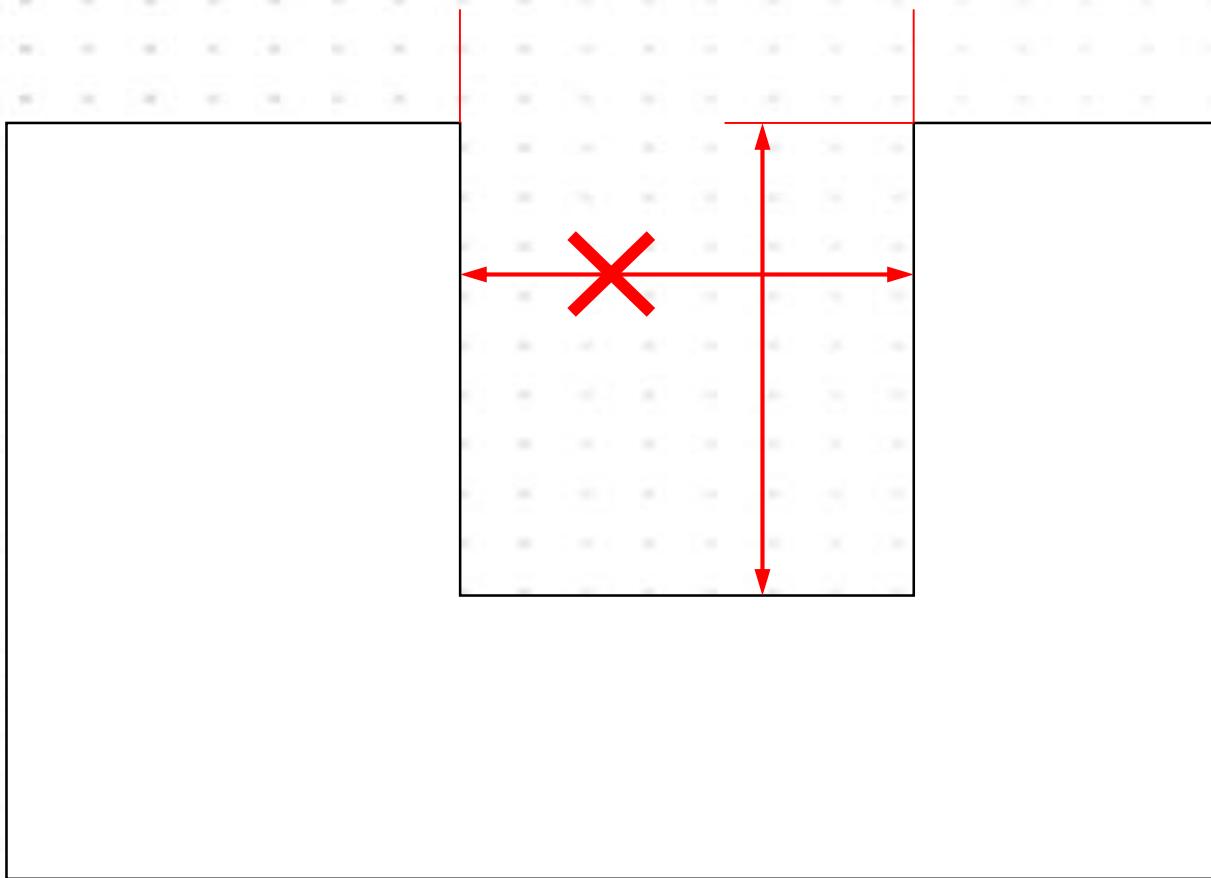


Repaso



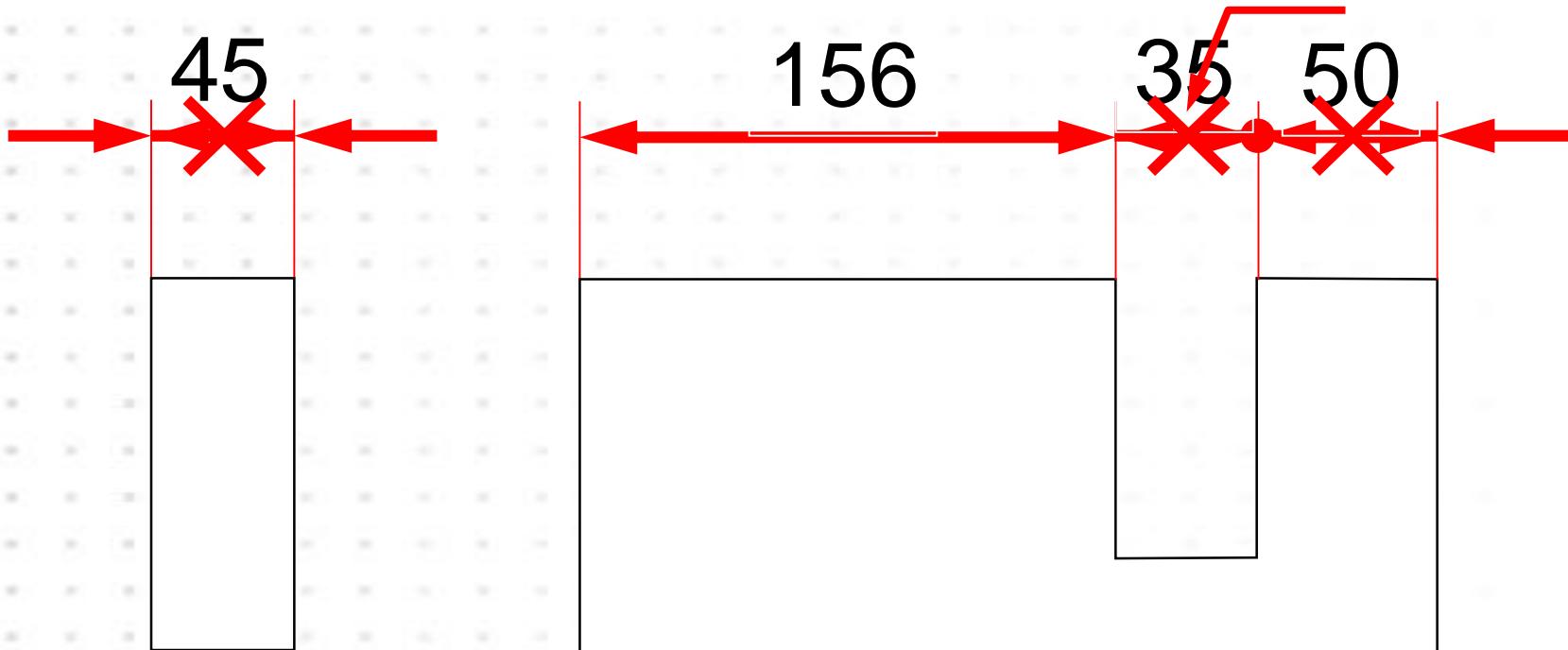
**Las líneas de cota no pueden coincidir con las aristas...
...ni ser continuación de ellas...
...ni pueden coincidir con los ejes**

Repaso



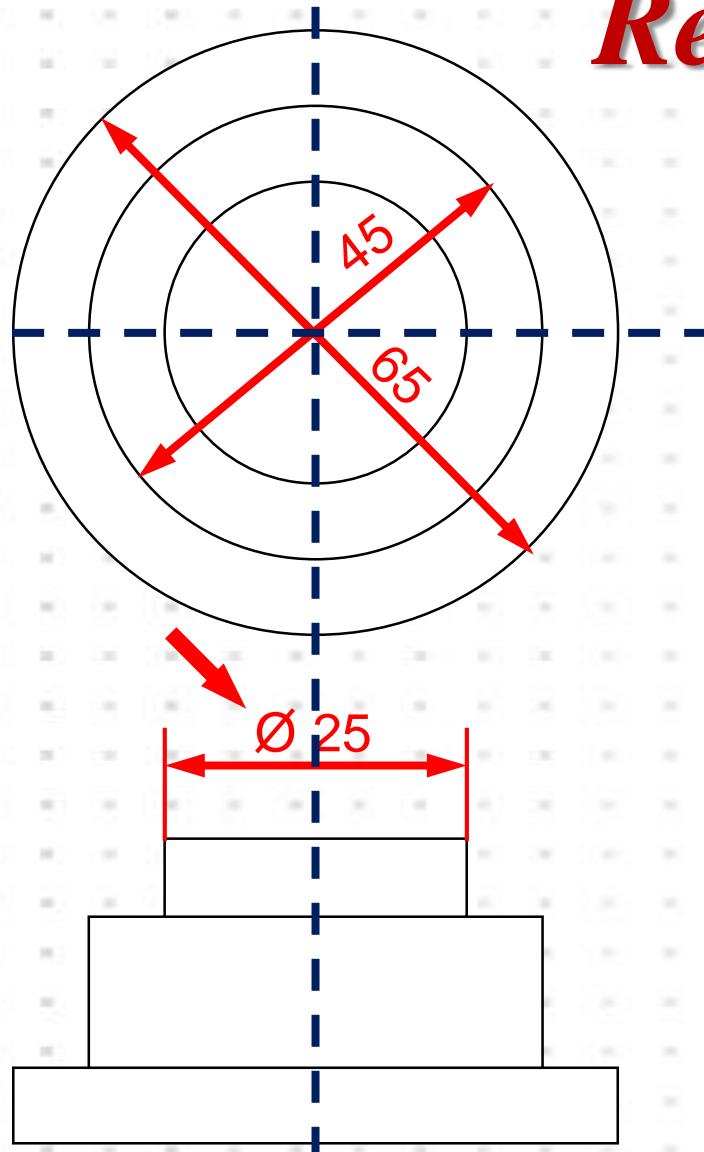
Las líneas de acotación no se cruzan entre si ni con ninguna otra línea.

Repaso



Si las flechas optan por apoyarse en las flechas principales o en una junta que es un doblez de fuerza, habrá que fijarse si las tienden por tercetas auxiliares temporalmente su dirección.

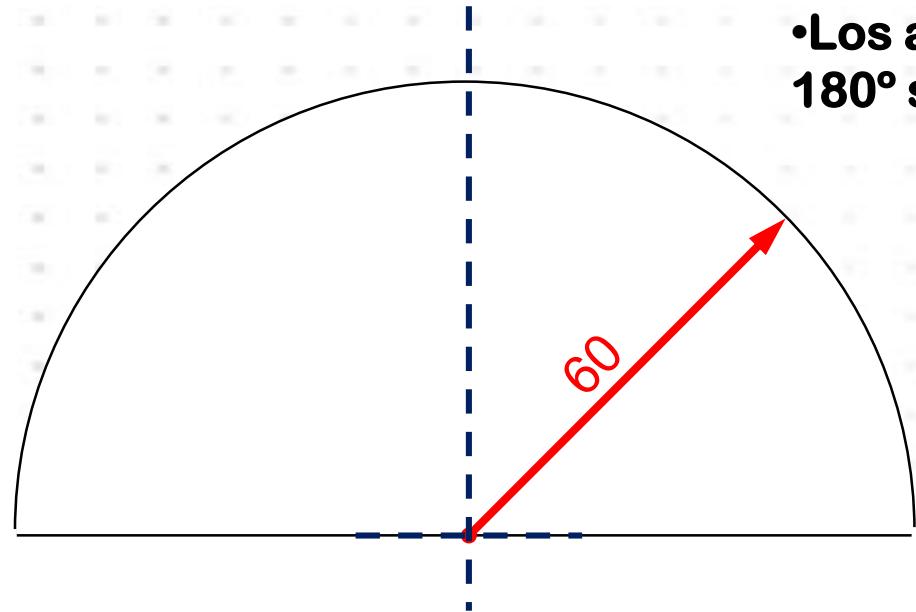
Repasso



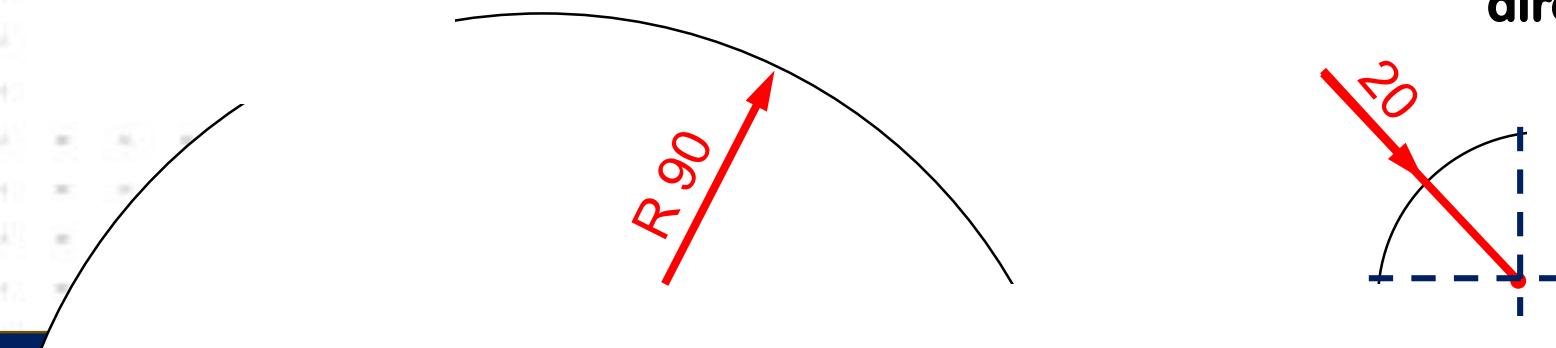
No se acotarán más de dos circunferencias concéntricas. El resto se acotarán en otra vista.

Se añadirá el símbolo del diámetro cuando no sea evidente que estamos acotando una circunferencia.

Repaso



- Los arcos menores o iguales a 180° se acotarán con su radio.
- La flecha y la cifra de cota irán por fuera si hubiera poco espacio.
- Si no conocemos el centro del arco colocaremos delante de la cifra de cota el símbolo de radio “R”.
- La línea llevará la misma dirección que si fuera un radio.



Logro del aprendizaje



Al término de la sesión, el estudiante entiende, analiza, comprende y utiliza tolerancias necesarias en la fabricación mediante software Inventor.



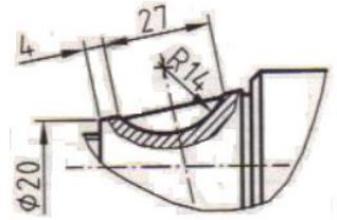
Conocimientos previos

¿Qué conoces del tema a desarrollar?

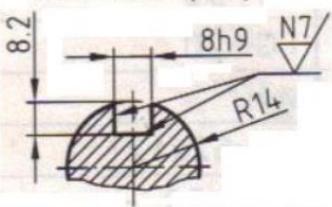


Utilidad del tema

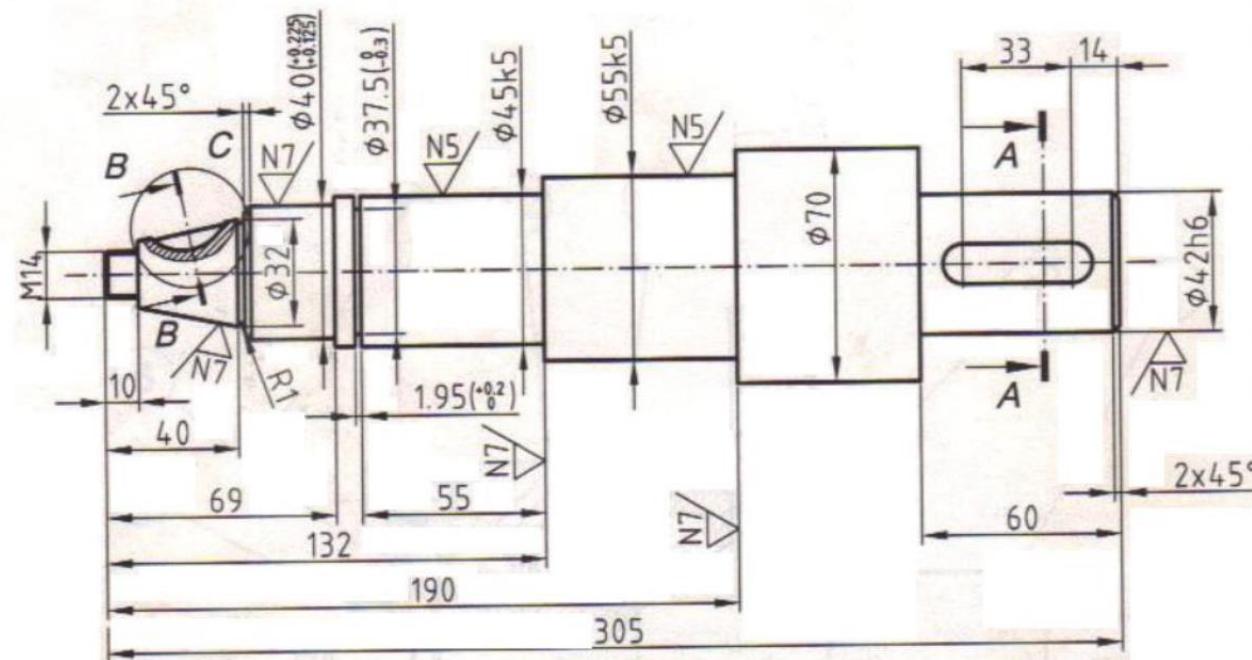
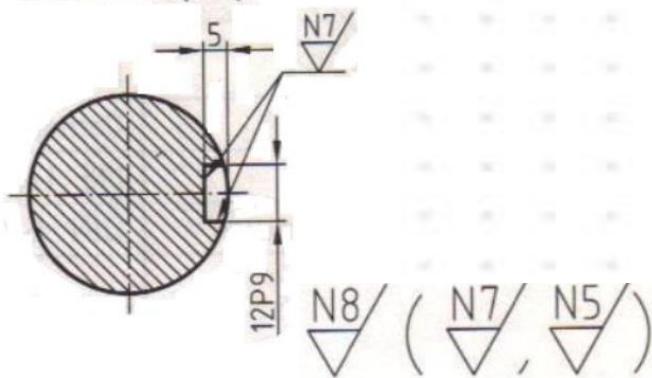
Detalle C (1:2)



CORTE B (1:2)



CORTE A (1:2)



¿Dónde lo podrías aplicar?





transfor
mación

TRANSFORMACIÓN

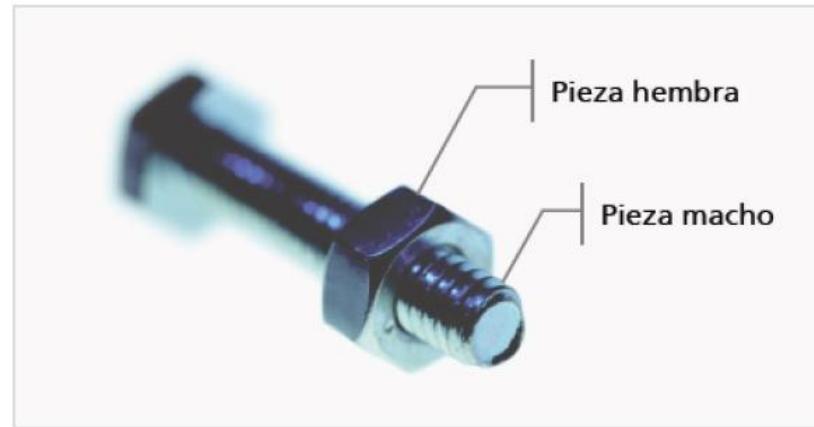
Temario de la sesión:



- ✓ Introducción
- ✓ Tolerancias
- ✓ Práctica.
- ✓ Preguntas y conclusiones.

INTRODUCCIÓN

Uno de los aspectos más importantes de la normalización de las piezas mecánicas es el manejo de las tolerancias y los ajustes. Sin la determinación de estas características sería imposible fabricar piezas que sean intercambiables.



EJEMPLO

Un eje y sus cojinetes, la superficie de cola de milano de una guía y el carro que se desliza sobre ella, o las superficies roscadas de un tornillo y su tuerca, son distintos ejemplos de encajes.



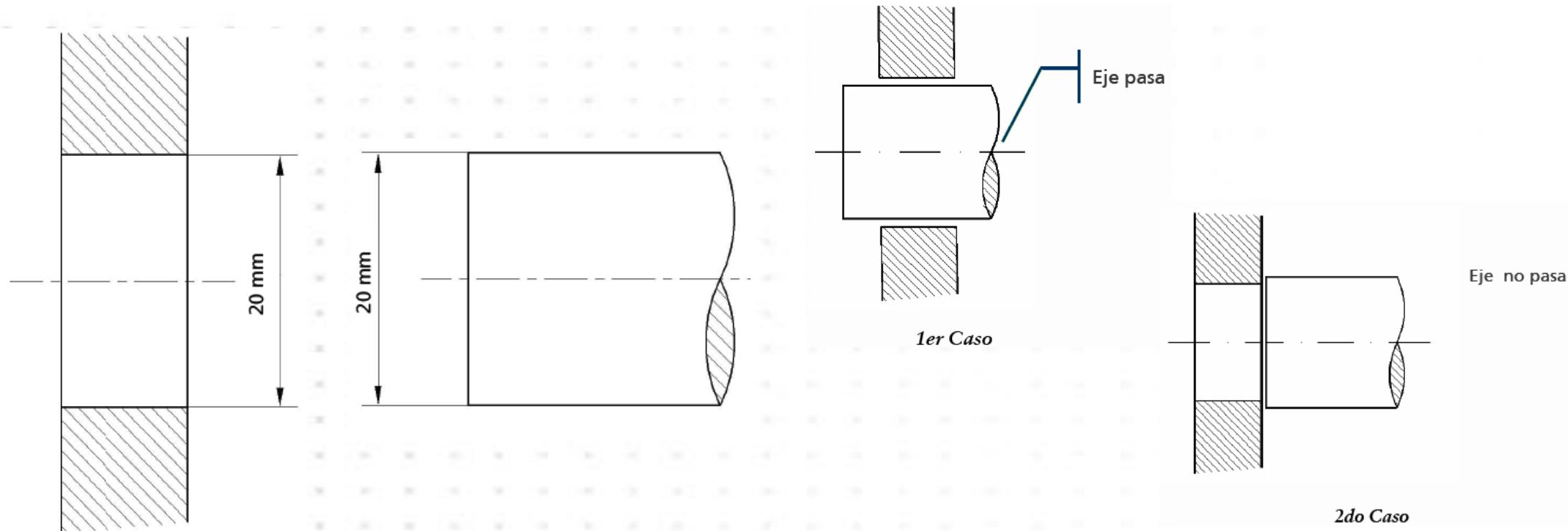
INTRODUCCIÓN

Los encajes deben ser, según los casos, más o menos ajustados. Es decir, las piezas que forman el encaje pueden tener un mayor o menor grado de libertad de movimiento. Por ejemplo, una rueda, de acuerdo a la función que tenga, debe poder girar sobre su eje o, por el contrario, estar fuertemente acoplada a él para que este le transmita su movimiento.

Es necesario que las piezas sean intercambiables, es decir, que cualquier par de piezas que se utilicen para formar un acoplamiento, lo puedan realizar sin necesidad de ningún retoque.

La fabricación intercambiable desempeña un importante papel en la elaboración de productos técnicos en grandes series o en cantidades masivas.

INTRODUCCIÓN



Lo más probable es que algunas piezas entren y otras no. Esto se debe a que no existe una pieza que se fabrique con idénticas medidas, es decir, no todas las piezas tienen la misma medida. Para evitar esto se aplica una norma o regla que asegure que todas las piezas pasen o no pasen, según lo que se requiera. Esto se determina tomando como referencia la magnitud que el diseñador necesite. A dicha referencia se la llama “Medida Nominal”.

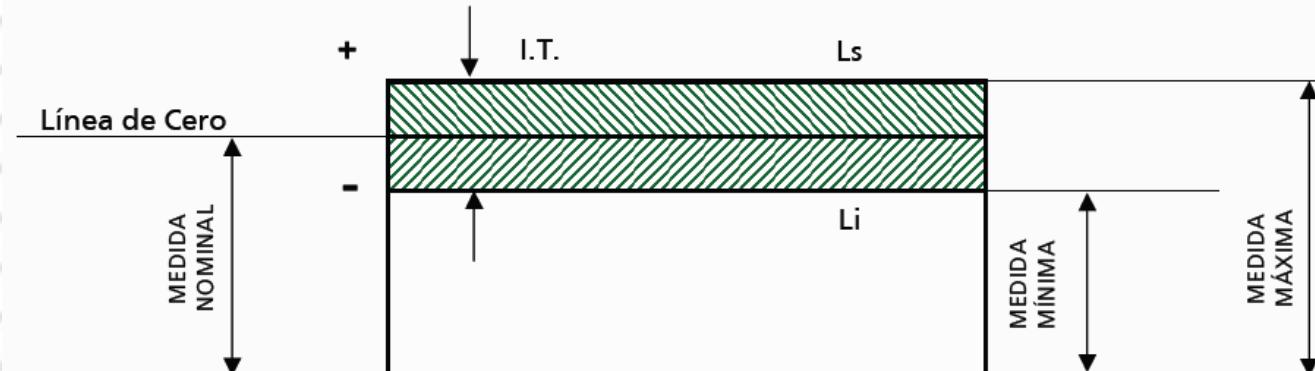
TOLERANCIA

Tolerancia es ...

... la variación que se permite en las dimensiones de una pieza con referencia a su medida nominal.

La tolerancia está comprendida entre dos límites:

- Límite inferior(**Li**): indica la medida mínima que puede tener la dimensión.
- Límite superior(**Ls**): indica la medida máxima que puede tener la dimensión.

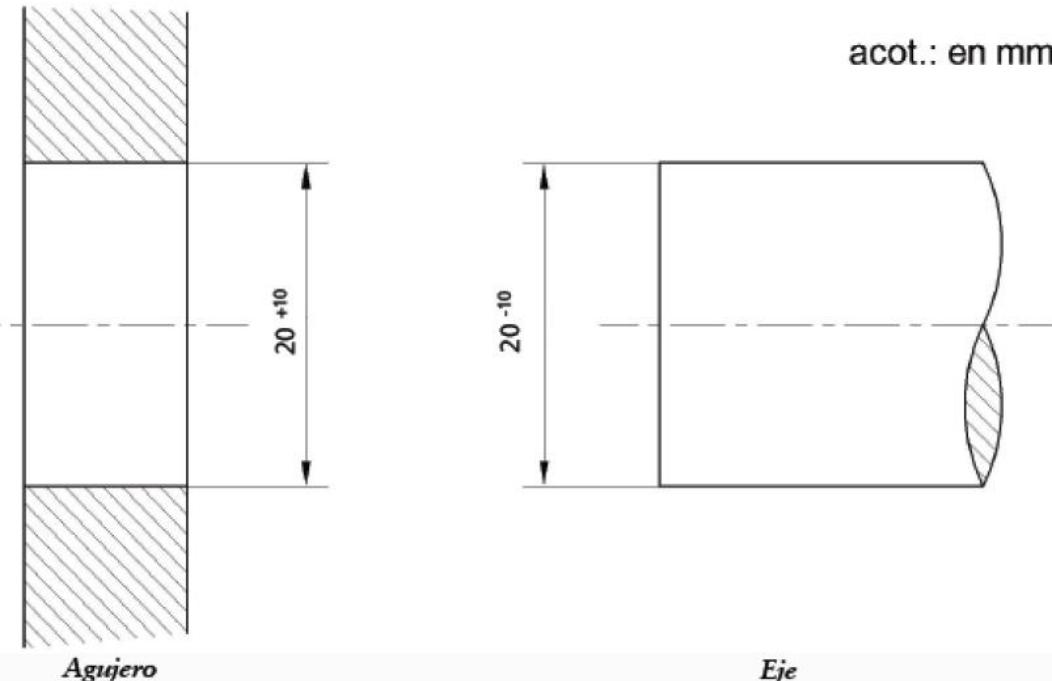


La medida efectiva medida de una dimensión real de una pieza ya fabricada

TOLERANCIA

El grado de ajuste de un encaje se caracteriza por la diferencia entre la dimensión efectiva de la pieza hembra (o agujero) y la dimensión efectiva de la pieza macho (o eje).

Si quisiéramos que los 100 ejes entraran en el mismo agujero, estableceríamos por norma que el agujero se fabricara con 10 milésimas de milímetro más grande que la medida nominal, y que los ejes se rectificaran con 10 milésimas de milímetro más chicos.



TOLERANCIA

Cuando las tolerancias se dan a medidas acotadas en milímetros, se recomienda hacerlas en milésimas de milímetros (mm). Esta medida se conoce como micra y se representa con el siguiente signo:

$$\text{Micra} = \mu = 0.001 \text{ mm}$$

Las tolerancias se acostumbra a escribirlas delante de la medida nominal. En el caso de los agujeros se escribe arriba y, si son ejes, abajo. Se pueden indicar con números enteros o con decimales. Por ejemplo:

$$\text{Agujero} = 20^{+10} = 20^{+0.010}$$

$$\text{Eje} = 20_{-10} = 20_{-0.010}$$

TOLERANCIA

Cuando la tolerancia solo tiene un valor, se la conoce como “Tolerancia Unilateral”, y el otro valor se considera cero. A veces, este valor cero, no se pone.

$$\text{Agujero} = 20^{+10} = 20^{+0.010}$$

$$\text{Eje} = 20_{-10} = 20_{-0.010}$$

AGUJERO

Medida Nominal	= 20 mm
Medida Máxima	= 20 mm + 0.010 mm = 20.010 mm
Medida Mínima	= 20 mm + 0.000 mm = 20.000 mm

EJE

Medida Nominal	= 20 mm
Medida Máxima	= 20 mm - 0.000 mm = 20.010 mm
Medida Mínima	= 20 mm - 0.010 mm = 19.990 mm

$$\text{Tolerancia} = 10 \mu = 0.010 \text{ mm}$$



TOLERANCIA

Además de la tolerancia unilateral, existe la “Tolerancia Bilateral”, que es cuando la diferencia superior e inferior son distintas de cero. También se puede dar el caso que las dos magnitudes sean iguales.

Magnitudes diferentes

$\emptyset\ 20$ $+10$
 -5

Magnitudes iguales

$\emptyset\ 20$ ± 10

CLASIFICACIÓN TOLERANCIA

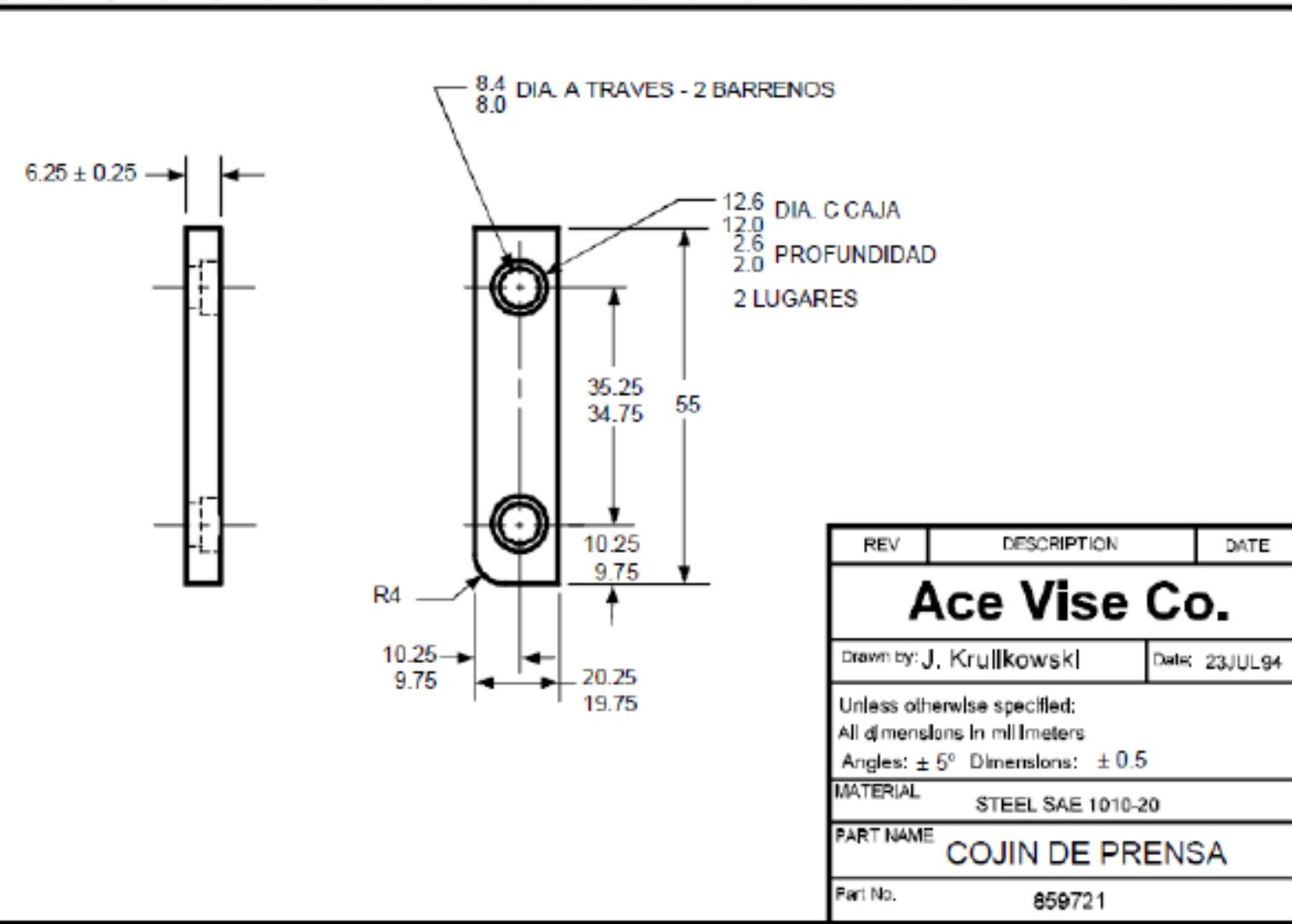
Las tolerancias por coordenadas y las tolerancias geométricas son dos métodos de tolerancia comúnmente usados en la industria

- **Tolerancias por coordenadas** es un sistema de dimensionamiento en el cual la figura de una parte se localiza (o se define) por medio de dimensiones rectangulares indicando la tolerancia
- **Tolerancias geométricas** es un lenguaje internacional que se usa para describir una parte en forma exacta. El lenguaje DTG consiste de un juego de símbolos, reglas y convenciones bien definidas. DTG es un lenguaje matemático preciso que puede usarse para describir la dimensión, forma, orientación y localización

P

práctica

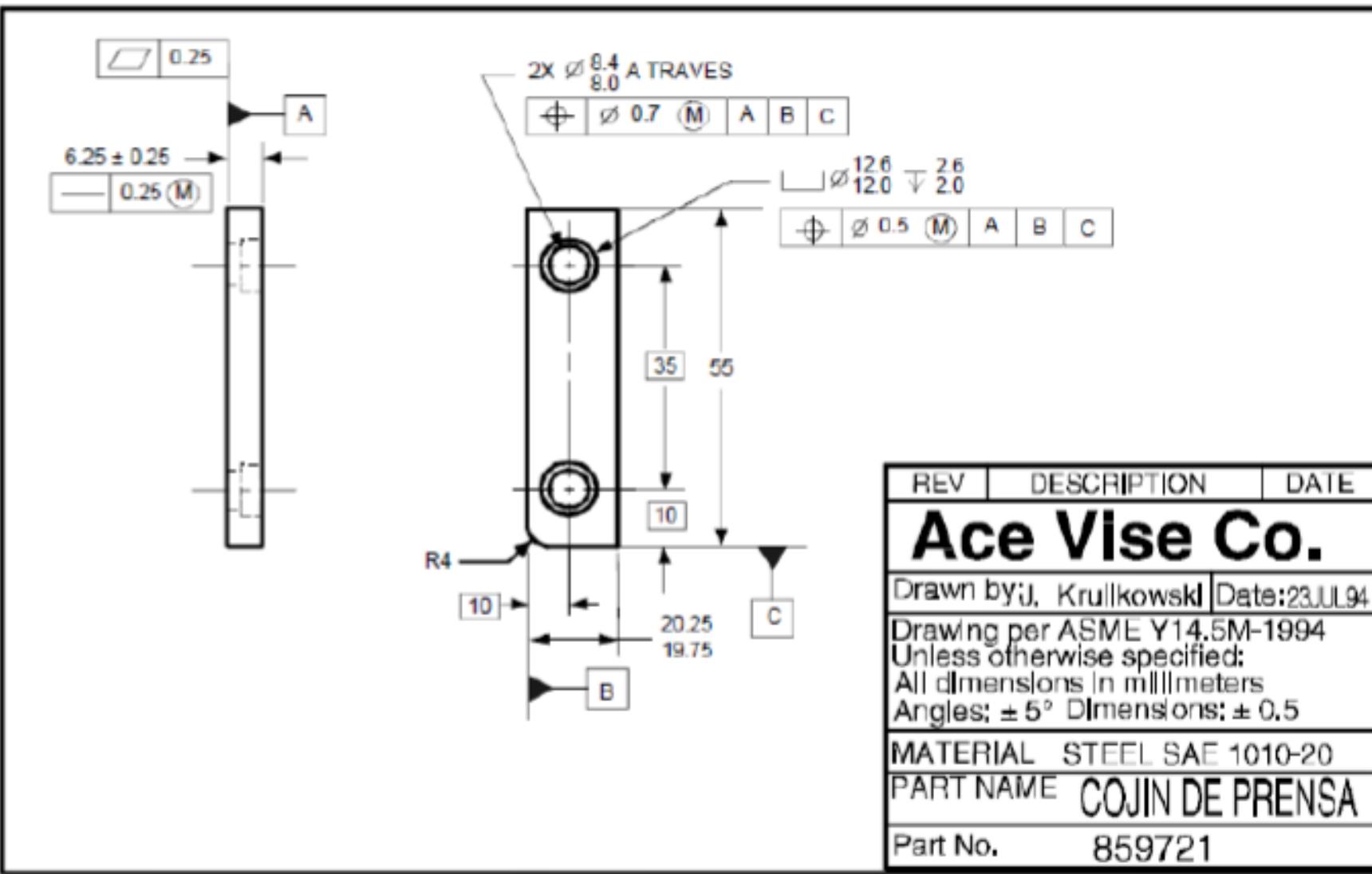
Espacio Práctico

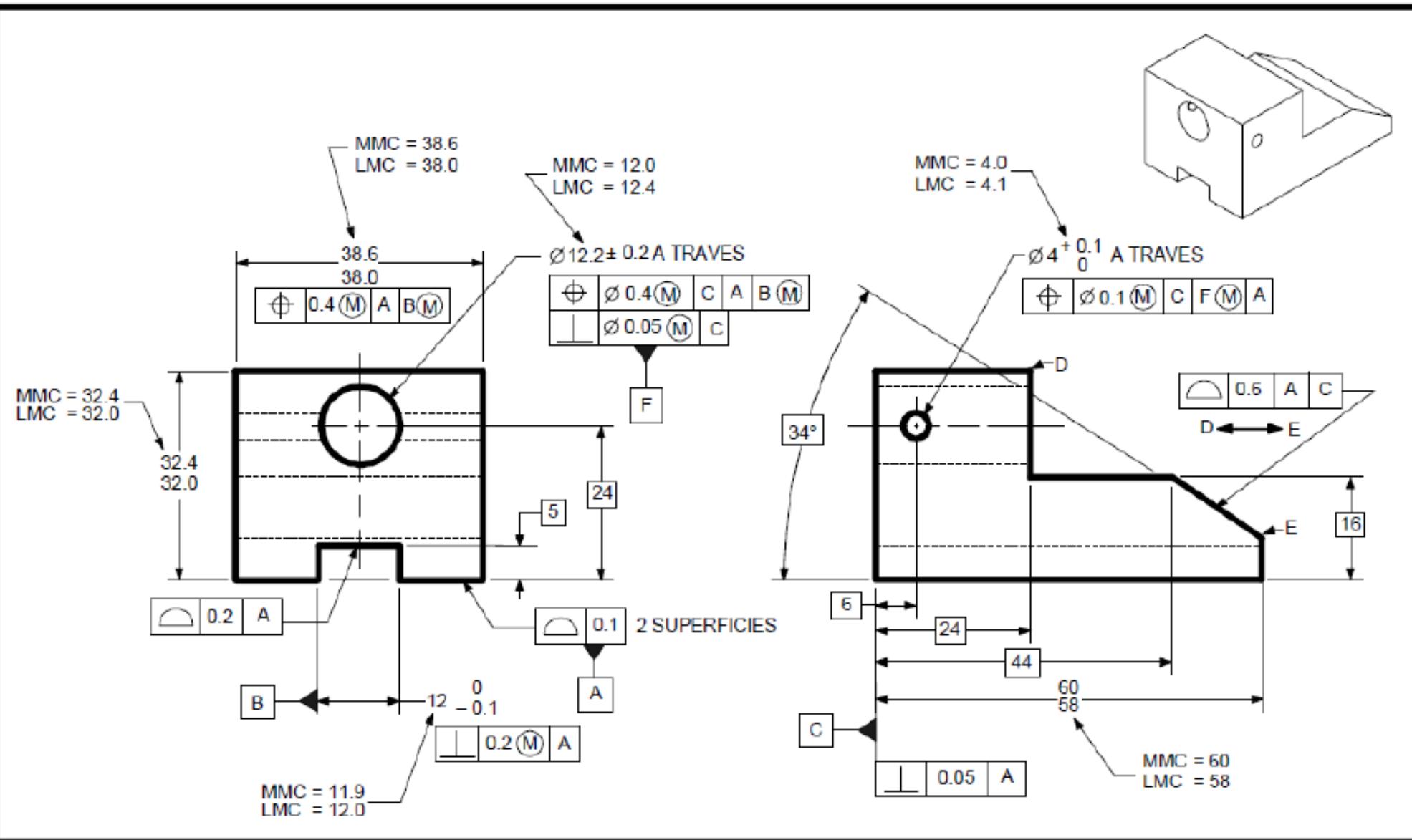


P

práctica

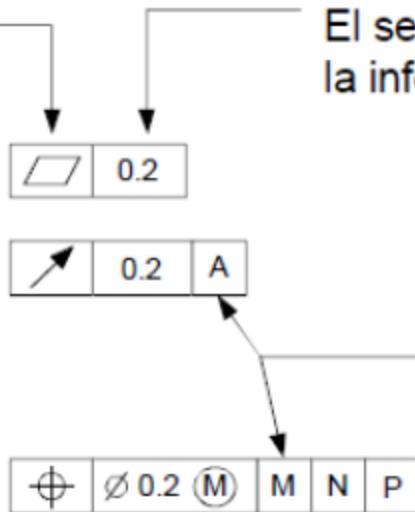
Espacio Práctico





Símbolos y Modificadores

El primer compartimento siempre usa uno de los catorce símbolos de características geométricas



El segundo compartimento siempre contiene la información de la tolerancia:

- El valor de la tolerancia
- Modificadores que describen las condiciones de la tolerancia

El tercer, cuarto y quinto compartimento (si se usan) siempre contienen información de datums



transfor
mación

Símbolos y Modificadores

TERMINO	ABBREVIACION	SIMBOLO
CONDICION DE MAXIMO MATERIAL	MMC	(M)
CONDICION DE MINIMO MATERIAL	LMC	(L)
ZONA DE TOLERANCIA PROYECTADA	—	(P)
PLANO TANGENCIAL	—	(T)
DIAMETRO	DIA	(Ø)
RADIO	—	R
RADIO CONTROLADO	—	CR
REFERENCIA	—	()

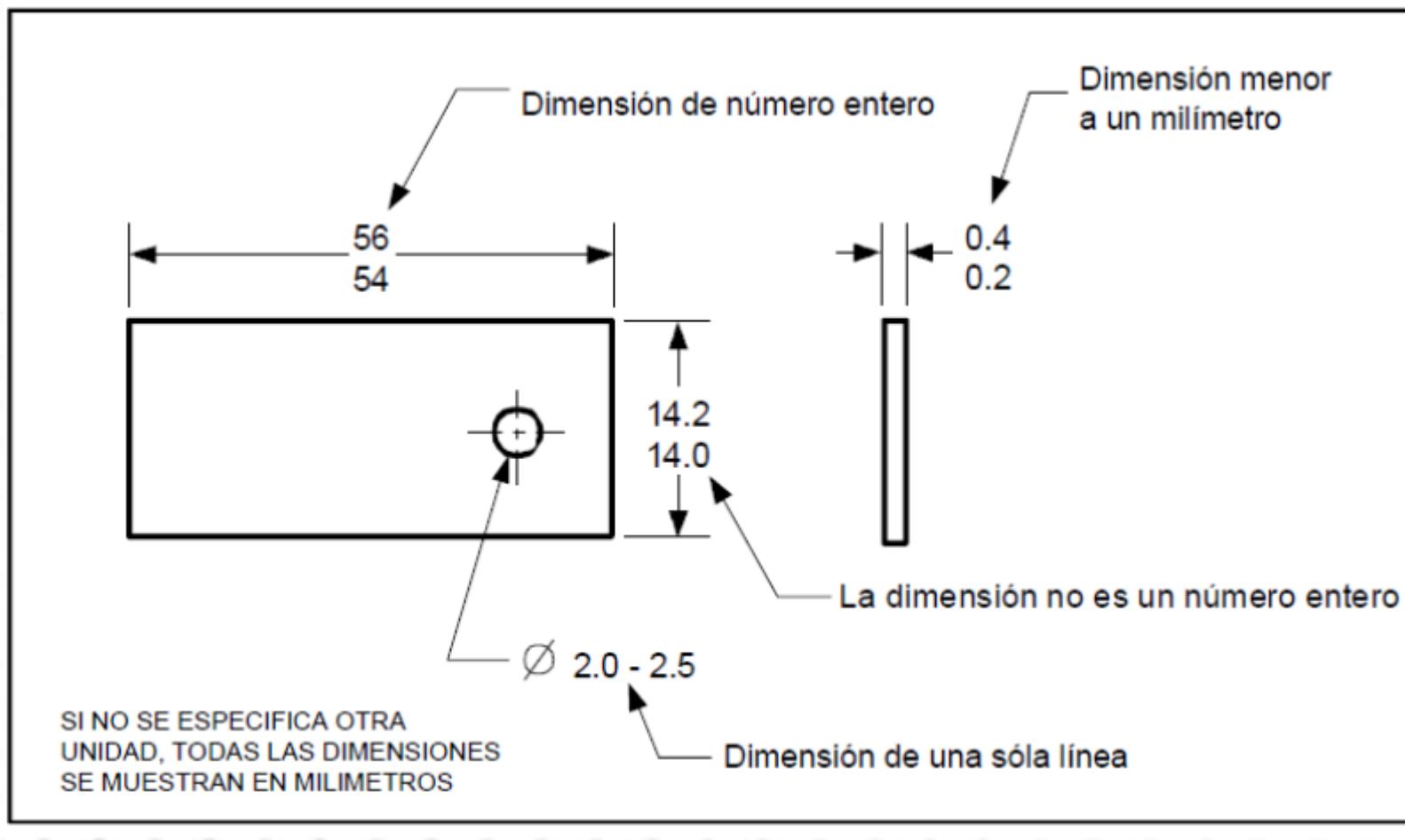
CATEGORIA	CARACTERISTICA	SIMBOLO	USA UNA REFERENCIA A UN DATUM
FORMA	LINEARIDAD	—	NUNCA
	PLANICIDAD	□	
	CIRCULARIDAD (REDONDEZ)	○	
	CILINDRICIDAD	∅	
PERFIL	PERFIL DE UNA LINEA	⌒	ALGUNAS VECES
	PERFIL DE UNA SUPERFICIE	⌒	
ORIENTACION	ANGULARIDAD	∠	SIEMPRE
	PERPENDICULARIDAD	⊥	
	PARALELISMO	//	
LOCALIZACION	POSICION	⊕	
	CONCENTRICIDAD	◎	
	SIMETRIA	≡	
VARIACION	VARIACION CIRCULAR	↗	
	VARIACION TOTAL	↙	



Universidad Católica
San Pablo

Dimensiones

ASME Y14.5M-2018 es un estándar de dimensiones y tolerancias.
American Society of Mechanical Engineers.



P

práctica

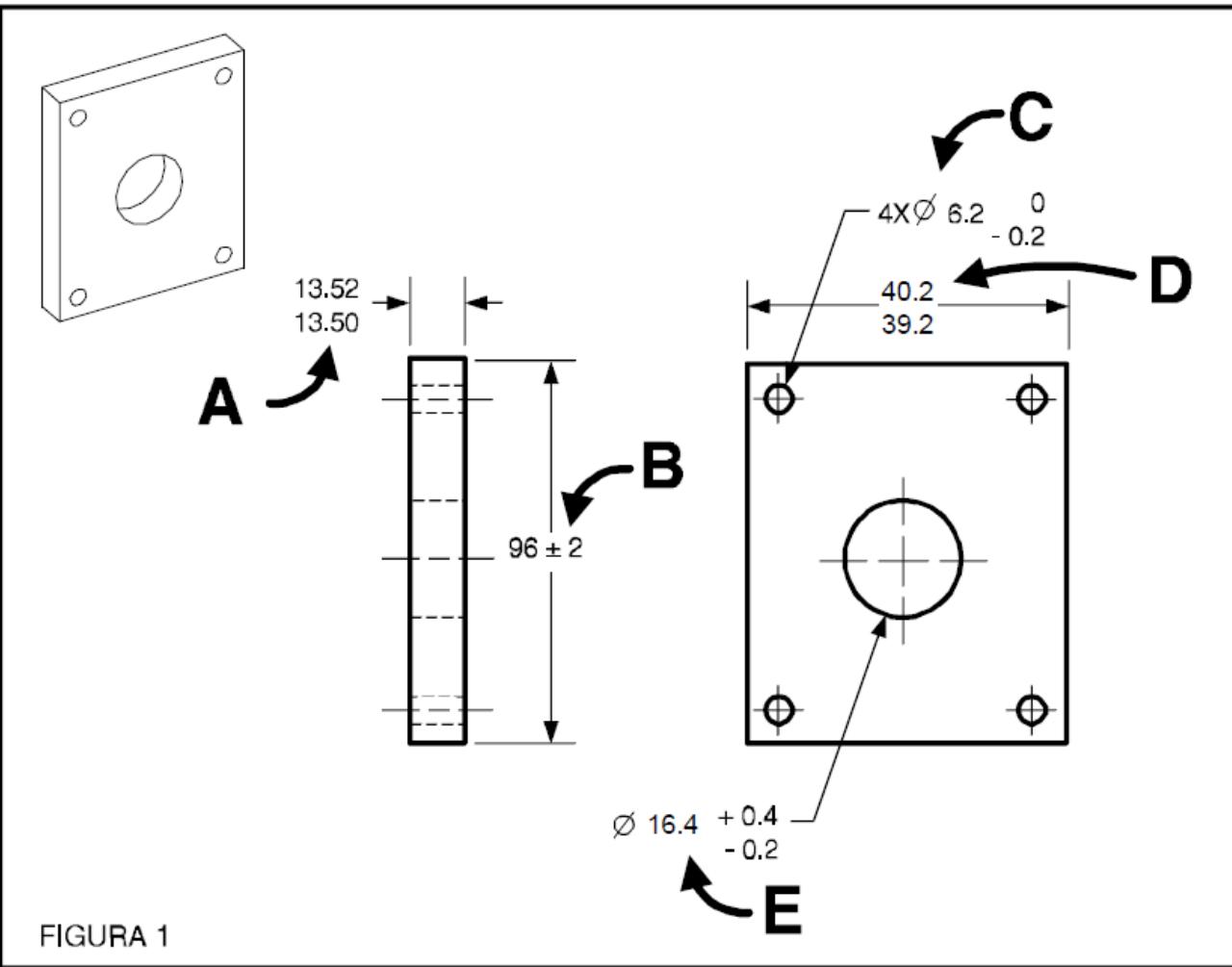


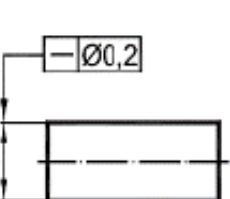
FIGURA 1



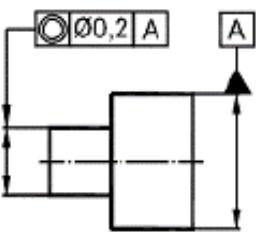
Universidad Católica
San Pablo

símbolos de características geométricas

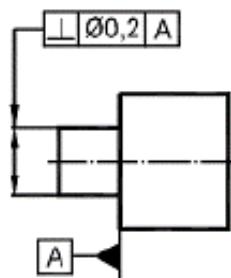
TOLERANCIAS	CARACTERISTICAS	SÍMBOLO
Forma	Rectitud	—
	Planitud	□
	Redondez	○
	Cilindricidad	◎
	Perfil de una linea	~
	Perfil de una superficie	△
Orientación	Paralelismo	//
	Perpendicularidad	⊥
	Angularidad	∠
Localización	Posición	⊕
	Concentricidad y Coaxialidad	◎
	Simetría	≡
Alabeo	Circular	↗
	Total	↗↗



TOLERANCIA DE RECTITUD



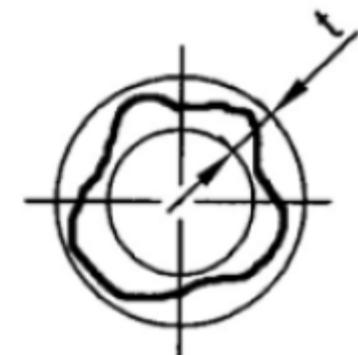
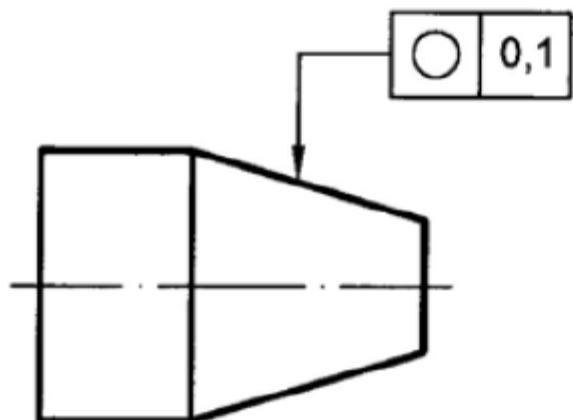
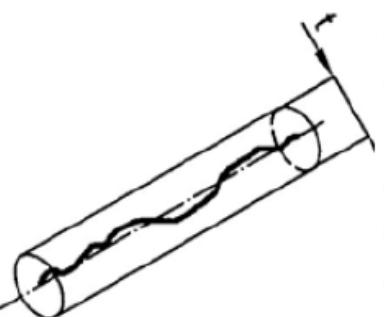
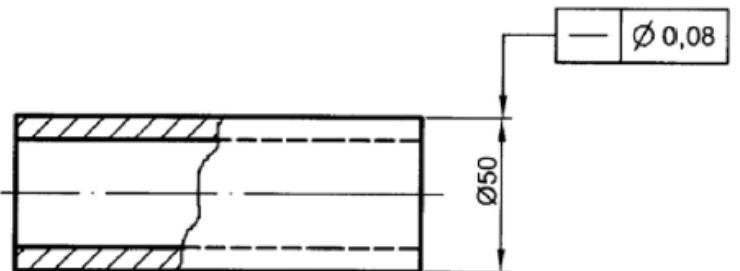
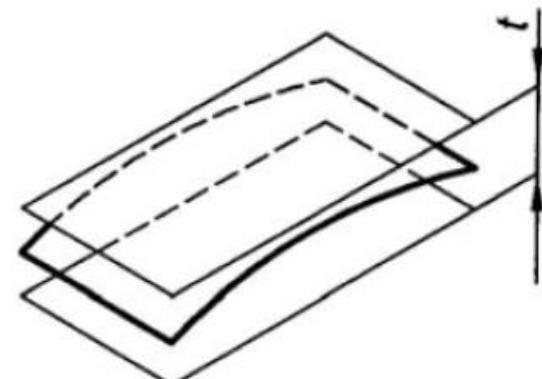
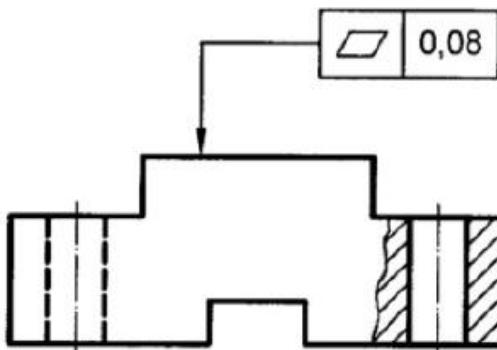
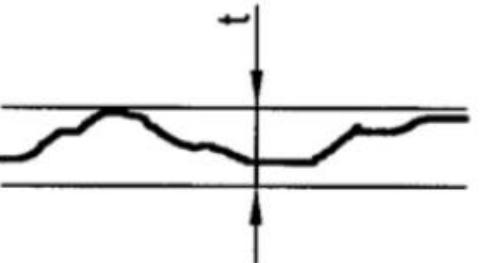
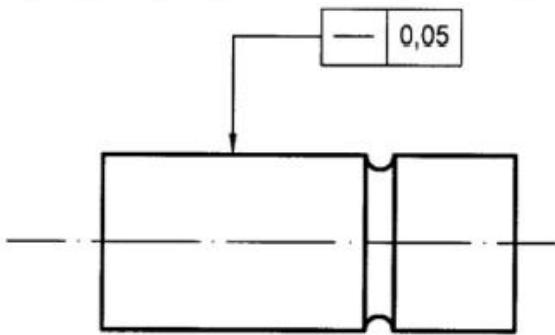
TOLERANCIA DE COAXIALIDAD



TOLERANCIA DE PERPENDICULARIDAD

P

práct

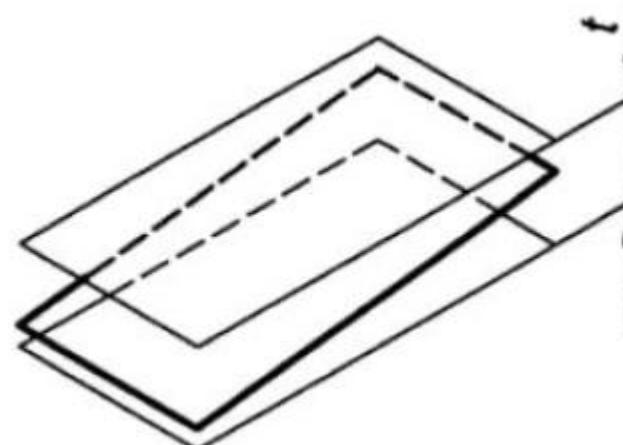
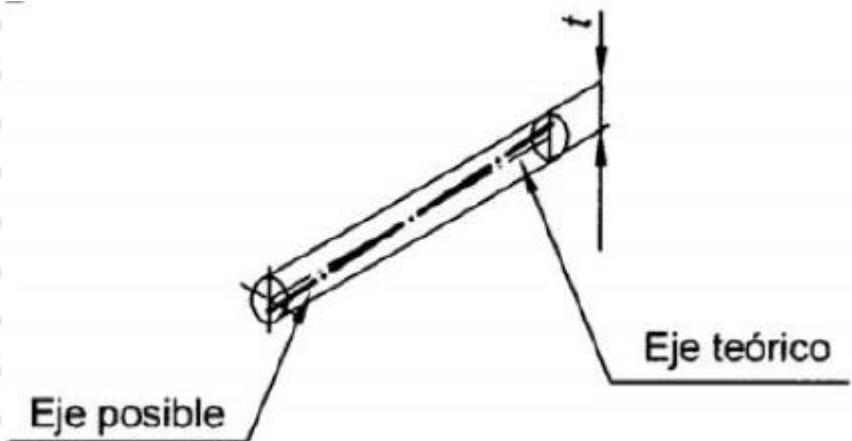
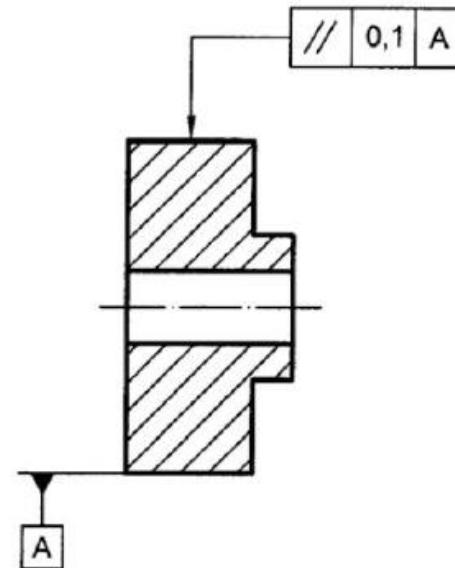
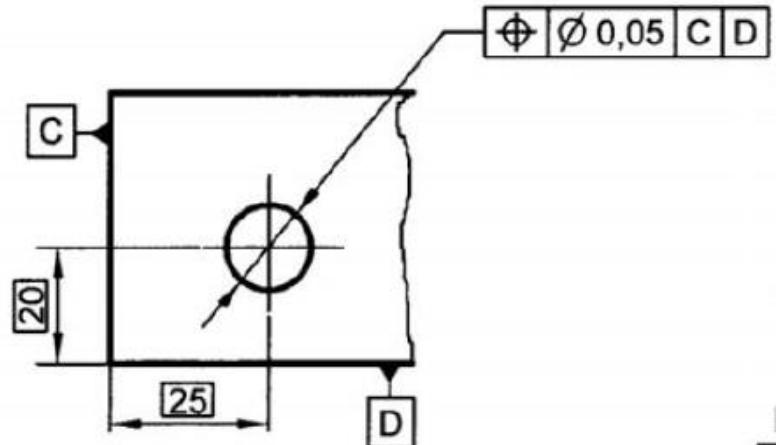


Universidad Católica
San Pablo

P

práctica

SIMBOLOS DE TOLERANCIAS



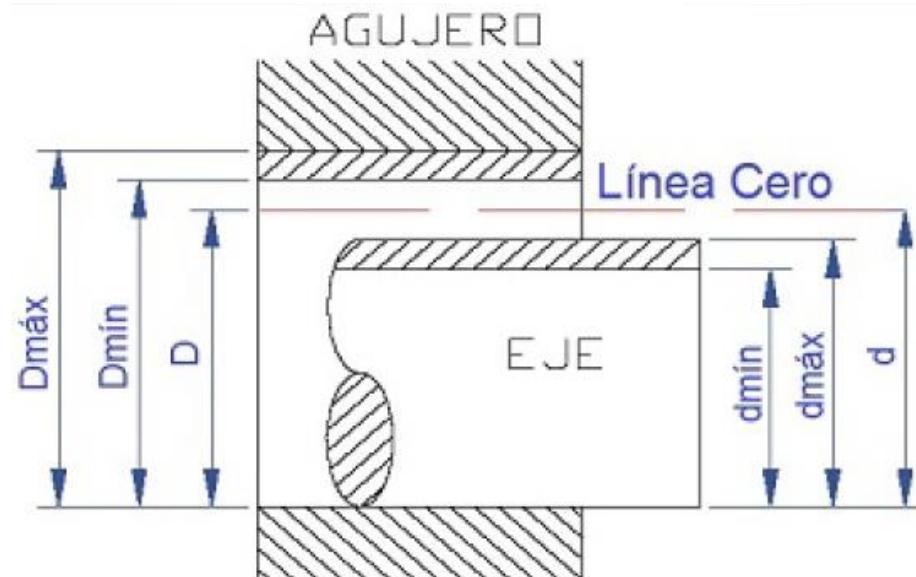
Universidad Católica
San Pablo

Términos y Definiciones

Tolerancia: Diferencia entre dos valores límites ,que establecen un intervalo de medidas que hacen valida la medida real de una dimensión.

Eje: Término utilizado para designar toda pieza o elemento exterior que debe acoplarse dentro de otra.

Agujero: Término utilizado para designar toda pieza o elemento interior que aloja una pieza exterior.



Términos y Definiciones

Media o Cota Valor numérico de una longitud expresa la unidad de medida elegida

Medida Nominal Medida acotada en el plano, con referencia a la cual se definen las medidas límites del intervalo de tolerancia

Medida real o Efectiva Medida de un elemento obtenida después de la fabricación por medición sobre dicho elemento

Línea de Cero o de Referencia Es la línea recta que representa la medida nominal a partir de la cual se refieren las desviaciones de la tolerancia (positivas por arriba y negativas por debajo)

Términos y Definiciones

Desviación Superior (ds DS) Diferencia algebraica entre la medida máxima y la medida nominal correspondiente

Desviación Inferior (DI) Diferencia algebraica entre la medida mínima y la medida nominal correspondiente

Desviación Fundamental En el sistema ISO de tolerancia, es la de las dos desviaciones superior e inferior, aquella que define la posición de la zona de tolerancia respecto a la línea cero

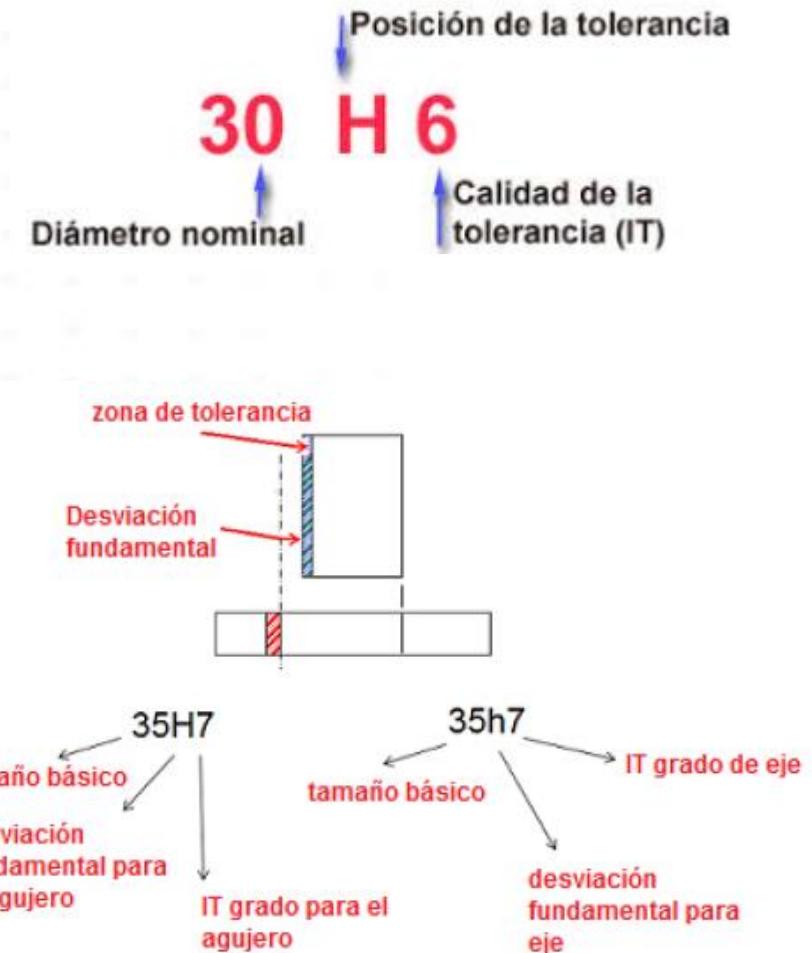
Zona de Tolerancia En una representación gráfica de tolerancias, es la zona comprendida entre las dos líneas que representan las medidas máxima y mínima

Términos y Definiciones

Posición de Tolerancia Término expresado por letras A Z para agujeros, a z para ejes, y establece la ubicación sobre la línea cero de la desviación fundamental

Calidad de Tolerancia Término numérico y establece la anchura del intervalo de una tolerancia menor número mayor calidad)

Clase de Tolerancia Término que cuantifica el conjunto de una desviación fundamental (posición) y de una calidad de tolerancia h 9 F8



Calidad de Tolerancia

Cuántos milésimos podrá variar la medida de una pieza. Se dice micrones de variación porque es la unidad de medida usada en tolerancia (1 milésima o micrón = 0.001 mm). Antes de ver su influencia en la tolerancia, digamos que las calidades de tolerancia son 18 y van desde 0.1 hasta 16.

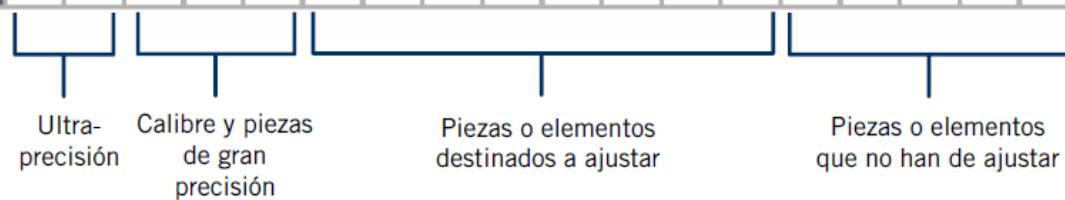
CALIDAD DE TOLERANCIA	USO MÁS FRECUENTE	
0.1 0 1 2 3 4	Calibres de comparación Bloques patrón Espejos, etc.	Ejes o piezas macho Calidades 5 a 11
5 6 7 8 9 10 11 12	Piezas de uso industrial que se unirán con otras	Agujeros o piezas hembra Calidades 6 a 11
13 14 15 16	Piezas sueltas	



transfor
mación

Calidad de Tolerancia

TABLA A: VALORES NUMÉRICOS DE LAS TOLERANCIAS FUNDAMENTALES																		
DIAM (mm) CALL	0.1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
< 3	0.3	0.5	0.8	1.2	2	3	4	5	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600
>3 hasta 6	0.4	0.5	1	1.5	2.5	4	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	750
>6 hasta 10	0.4	0.5	1	1.5	2.5	4	6	9	15	22	35	58	90	150	220	360	580	900
>10 hasta 18	0.5	0.8	1.2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700	1100
>18 hasta 30	0.6	1	1.5	2.5	4	5	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840	1300
>30 hasta 50	0.6	1	1.5	2.5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1000	1600
>50 hasta 80	0.8	1.2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1200	1900
>80 hasta 120	1	1.5	2.5	4	8	10	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1400	2200
>120 hasta 180	1.2	2	3.5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600	2500
>180 hasta 250	2	3	4.5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1150	1850	2900
>250 hasta 315	2.5	4	6	8	12	18	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1300	2100	3200
>315 hasta 400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	570	890	1400	2300	3600
>400 hasta 500	4	5	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1550	2500	4000



Observemos, primeramente, los cuadros en color gris. Para las medidas nominales que están entre 30 mm hasta 50 mm, elegimos 47 mm. Y esta medida con calidad 7 vemos que tiene 25 micrones de tolerancia. En cambio, si 47 mm tuviera calidad 5, entonces su tolerancia sería de 11 micrones. Y, finalmente, si 47 mm tuviera calidad 10, tendría 100 micrones de tolerancia.



Universidad Católica
San Pablo

Calidad de Tolerancia

Cuántos milésimos podrá variar la medida de una pieza. Se dice micrones de variación porque es la unidad de medida usada en tolerancia (1 milésima o micrón = 0.001 mm). Antes de ver su influencia en la tolerancia, digamos que las calidades de tolerancia son 18 y van desde 0.1 hasta 16.

$$40 \text{ f7} = 25 \mu$$

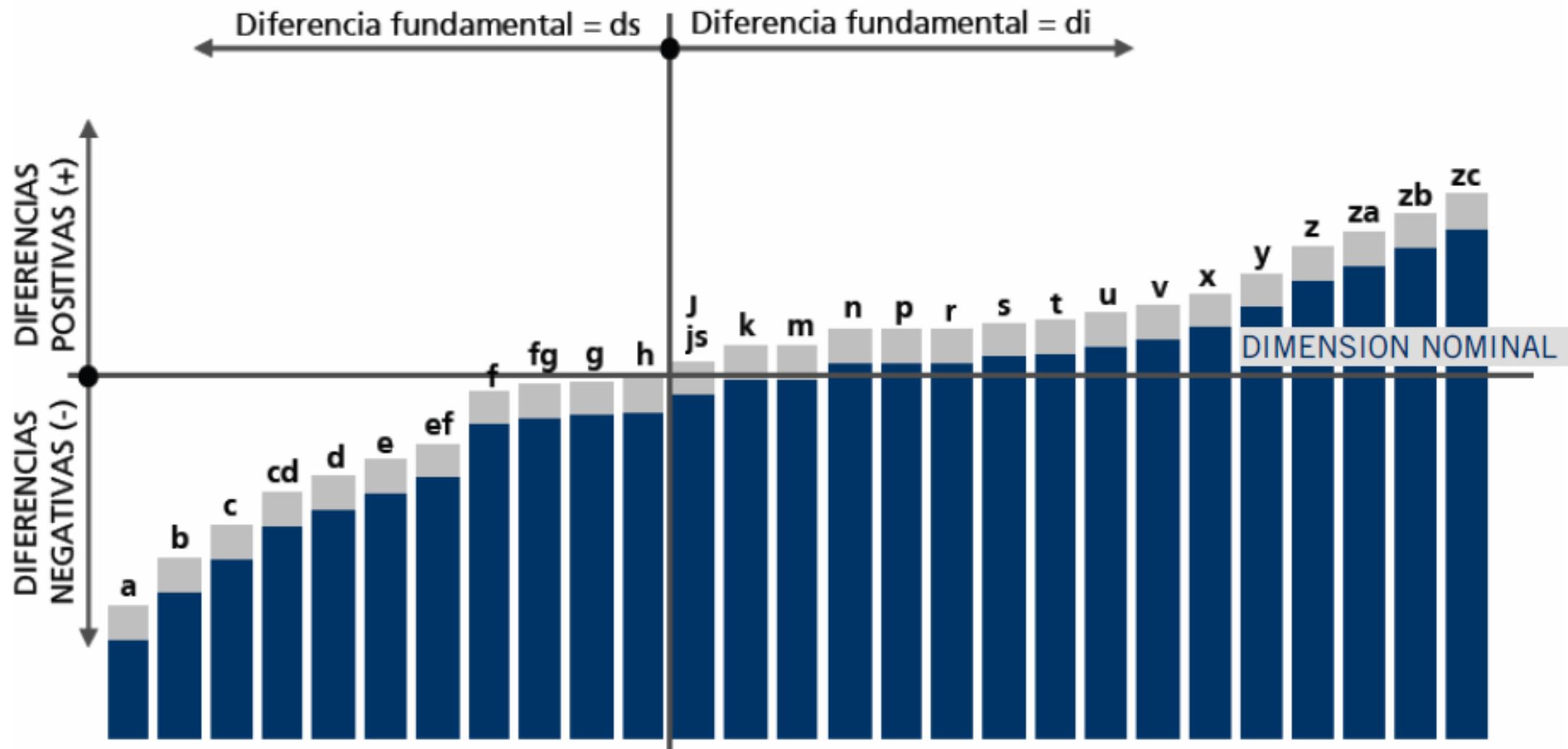
$$40 \text{ r7} = 25 \mu$$

$$40 \text{ h7} = 25 \mu$$

Estas tres medidas nominales tienen 25 m de tolerancia por tener las tres la misma nominal (40) y la misma calidad (7). Ver Tabla A.



Calidad de Tolerancia



Posiciones de a - h → diferencia superior t_{sup} en tabla → $t_{inf} = t_{sup} - t$

Posiciones de j - zc → diferencia inferior t_{inf} en tabla → $t_{sup} = t_{inf} + t$

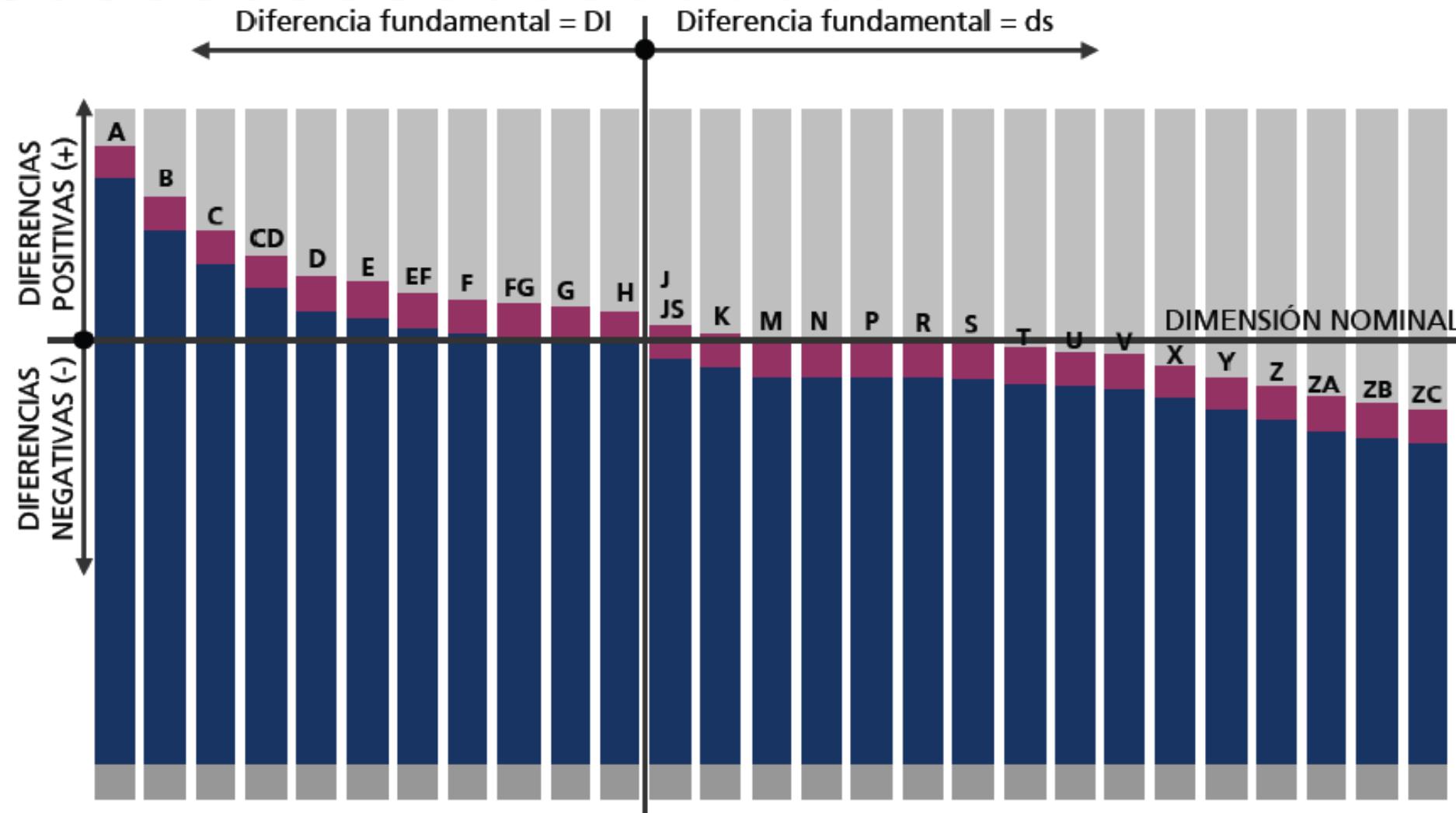


Universidad Católica
San Pablo



transfor
mación

Calidad de Tolerancia



Posiciones de A - H → diferencia inferior T_{inf} en tabla → $T_{sup} = T_{inf} + T$
Posiciones J - ZC → diferencia superior T_{sup} en tabla → $T_{inf} = T_{sup} - T$



Universidad Católica
San Pablo



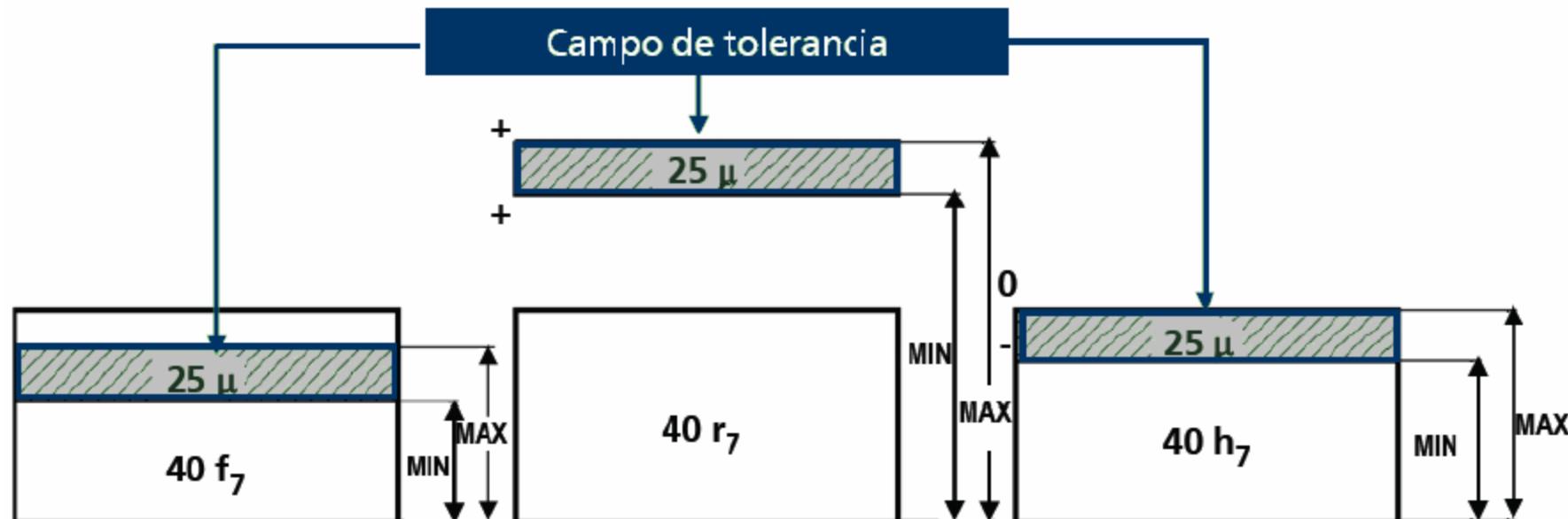
transfor
mación

Calidad de Tolerancia

$$40 \text{ f}_7 = 25 \mu$$

$$40 \text{ r}_7 = 25 \mu$$

$$40 \text{ h}_7 = 25 \mu$$



Universidad Católica
San Pablo

Calidad de Tolerancia

Posición	a	b	c	cd	d	e	ef	f	fg	g	h	j			k		m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z	za	zb	zc				
Calidad													5 y 6	7	8	≥ 4 ≤ 7	< 4 > 7	Todas las calidades																
Diferencia fundamental	Diferencia superior ds												Diferencia inferior di																					
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	-	+26	+32	+40	+60				
3<ds≤6	-270	-140	-70	-46	-30	-20	-14	-10	-6	-4	0	-2	-4	-	+1	0	+4	+8	+12	+15	+19	-	+23	-	+28	-	+35	+42	+50	+80				
6<ds≤10	-280	-150	-80	-56	-40	-25	-18	-13	-8	-5	0	-2	-5	-	+1	0	+6	+10	+15	+19	+23	-	+28	-	+34	-	+42	+52	+67	+97				
10<ds≤14	-290	-150	-95	-	-50	-32	-	-16	-	-6	0	-3	-6	-	+1	0	+7	+12	+18	+23	+28	-	+33	-	+40	-	+50	+64	+90	+130				
14<ds≤18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+39	+45	-	+60	+77	+108	+150					
18<ds≤24	-300	-160	-110	-	-65	-40	-	-20	-	-7	0	-4	-8	-	+2	0	+8	+15	+22	+28	+35	-	+41	+47	+54	+63	+73	+98	+136	+188				
24<ds≤30	-	-	-	-	-80	-50	-	-25	-	-9	0	-5	-10	-	+2	0	+9	+17	+26	+34	+43	-	+41	+48	+55	+64	+75	+88	+118	+160	+218			
30<ds≤40	-310	-170	-120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+48	+60	+68	+80	+94	+112	+148	+200	+274				
40<ds≤50	-320	-180	-130	-	-	-80	-50	-	-25	-	-9	0	-5	-10	-	+2	0	+9	+17	+26	+34	+43	+54	+70	+81	+97	+114	+136	+180	+242	+325			
50<ds≤65	-340	-190	-140	-	-	-	-	-100	-60	-	-30	-	-10	0	-7	-12	-	+2	0	+11	+20	+32	+41	+53	+66	+87	+102	+122	+144	+172	+226	+300	+405	
65<ds≤80	-360	-200	-150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+43	+59	+75	+102	+120	+146	+174	+210	+274	+360	+480		
80<ds≤100	-380	-220	-170	-	-	-	-	-120	-72	-	-36	-	-12	0	-9	-15	-	+3	0	+13	+23	+37	+51	+71	+91	+124	+146	+178	+214	+258	+335	+445	+585	
100<ds≤120	-410	-240	-180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+54	+79	+104	+144	+172	+210	+254	+310	+400	+525	+690		
120<ds≤140	-460	-260	-200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+63	+92	+122	+170	+202	+248	+300	+365	+470	+620	+800		
140<ds≤160	-520	-280	-210	-	-	-	-	-	-145	-85	-	-43	-	-14	0	-11	-18	-	+3	0	+15	+27	+43	+65	+100	+134	+190	+228	+280	+340	+415	+535	+700	+900
160<ds≤180	-580	-310	-230	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+68	+108	+146	+210	+252	+310	+380	+465	+600	+780	+1000		
180<ds≤200	-660	-340	-240	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+77	+122	+166	+236	+284	+350	+425	+520	+670	+880	+1150		
200<ds≤225	-740	-380	-260	-	-	-	-	-	-170	-100	-	-50	-	-15	0	-13	-21	-	+4	0	+17	+31	+50	+80	+130	+180	+258	+310	+385	+470	+575	+740	+960	+1250
225<ds≤250	-820	-420	-280	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+84	+140	+196	+284	+340	+425	+520	+640	+820	+1050	+1350		
250<ds≤280	-920	-460	-300	-	-	-	-	-	-190	-110	-	-56	-	-17	0	-16	-26	-	+4	0	+20	+34	+56	+94	+158	+218	+315	+385	+475	+580	+710	+920	+1200	+1550
280<ds≤315	-1050	-540	-330	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+98	+170	+240	+350	+425	+525	+650	+790	+1000	+1300	+1700		
315<ds≤355	-1200	-600	-360	-	-	-	-	-	-210	-125	-	-62	-	-18	0	-18	-28	-	+4	0	+21	+37	+62	+108	+190	+268	+390	+475	+590	+730	+900	+1150	+1500	+1900
355<ds≤400	-1350	-680	-400	-	-	-	-	-	-230	-135	-	-68	-	-20	0	-20	-32	-	+5	0	+23	+40	+68	+114	+208	+294	+435	+530	+660	+820	+1000	+1300	+1650	+2100
400<ds≤450	-1500	-760	-440	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+126	+232	+330	+490	+595	+740	+920	+1100	+1450	+1850	+2400		
450<ds≤500	-1650	-840	-480	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+132	+252	+360	+540	+660	+820	+1000	+1250	+1600	+2100	+2600		



transfor
mación

Calidad de Tolerancia

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	≥ 9	5	6	7	8
Diámetro	Diferencia inferior Di											Diferencia superior Ds																				
d≤3	+270	+140	+60	+34	+20	+14	+10	+6	+4	+2	0	+2	+4	+6	0	0	0	0	-2	-2	-2	-2	-4	-4	-4	-4	-4	-6	-6	-6	-6	
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	-11	-9	-8	-12
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	-13	-12	-9	-15
10< d≤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< 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	-19	-18	-14	-22
30< d≤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< 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	-27	-26	-21	-32
50< d≤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< d≤80	+360	+200	+150	-	+120	+72	-	+36	-	+12	0	+16	+22	+34	+2	+4	+10	+16	-8	-6	0	+6	-13	-18	-16	-10	-4	0	-32	-30	-24	-37
80< d≤100	+380	+220	+170	-	+120	+72	-	+36	-	+12	0	+16	+22	+34	+2	+4	+10	+16	-8	-6	0	+6	-13	-18	-16	-10	-4	0	-32	-30	-24	-37
100< d≤120	+410	+240	+180	-	+145	+85	-	+43	-	+14	0	+18	+26	+41	+3	+4	+12	+20	-9	-8	0	+8	-15	-21	-20	-12	-4	0	-37	-36	-28	-43
120< d≤140	+460	+260	+200	-	+145	+85	-	+43	-	+14	0	+18	+26	+41	+3	+4	+12	+20	-9	-8	0	+8	-15	-21	-20	-12	-4	0	-37	-36	-28	-43
140< d≤160	+520	+280	+210	-	+170	+100	-	+50	-	+15	0	+22	+30	+47	+2	+5	+13	+22	-11	-8	0	+9	-17	-25	-22	-14	-5	0	-44	-41	-33	-50
160< d≤180	+580	+310	+230	-	+190	+110	-	+56	-	+17	0	+25	+36	+55	+3	+5	+16	+25	-13	-9	0	+9	-20	-27	-25	-14	-5	0	-49	-47	-36	-56
180< d≤200	+660	+340	+240	-	+190	+110	-	+56	-	+17	0	+25	+36	+55	+3	+5	+16	+25	-13	-9	0	+9	-20	-27	-25	-14	-5	0	-49	-47	-36	-56
200< d≤225	+740	+380	+260	-	+210	+125	-	+62	-	+18	0	+29	+39	+60	+3	+7	+17	+28	-14	-10	0	+11	-21	-30	-26	-16	-5	0	-55	-51	-41	-62
225< d≤250	+820	+420	+280	-	+210	+125	-	+62	-	+18	0	+29	+39	+60	+3	+7	+17	+28	-14	-10	0	+11	-23	-33	-27	-17	-6	0	-61	-55	-45	-68
250< d≤280	+920	+480	+300	-	+230	+135	-	+68	-	+20	0	+33	+43	+66	+2	+8	+18	+29	-16	-10	0	+11	-23	-33	-27	-17	-6	0	-61	-55	-45	-68
280< d≤315	+1050	+540	+330	-	+230	+135	-	+68	-	+20	0	+33	+43	+66	+2	+8	+18	+29	-16	-10	0	+11	-23	-33	-27	-17	-6	0	-61	-55	-45	-68
315< d≤335	+1200	+600	+360	-	+230	+135	-	+68	-	+20	0	+33	+43	+66	+2	+8	+18	+29	-16	-10	0	+11	-23	-33	-27	-17	-6	0	-61	-55	-45	-68
335< d≤400	+1350	+680	+400	-	+230	+135	-	+68	-	+20	0	+33	+43	+66	+2	+8	+18	+29	-16	-10	0	+11	-23	-33	-27	-17	-6	0	-61	-55	-45	-68
400< d≤450	+1500	+760	+440	-	+230	+135	-	+68	-	+20	0	+33	+43	+66	+2	+8	+18	+29	-16	-10	0	+11	-23	-33	-27	-17	-6	0	-61	-55	-45	-68
450< d≤500	+1650	+840	+480	-	+230	+135	-	+68	-	+20	0	+33	+43	+66	+2	+8	+18	+29	-16	-10	0	+11	-23	-33	-27	-17	-6	0	-61	-55	-45	-68



Universidad Católica
San Pablo

Calidad de Tolerancia

Posición	R				S				T				U				V				X				Y				Z				ZA		ZB		ZC	
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	6	7	≥ 8	7	≥ 8	≥ 8	≥ 8				
Diámetro	Diferencia superior Ds														Diferencia superior Ds																							
ds3	-10	-10	-10	-10	-14	-14	-14	-14	-	-	-	-	-18	-18	-18	-18	-	-	-	-	-20	-20	-20	-20	-	-	-	-26	-26	-26	-32	-32	-40	-60				
3<ds≤6	-14	-12	-11	-15	-18	-16	-15	-19	-	-	-	-	-22	-20	-19	-23	-	-	-	-	-27	-25	-24	-28	-	-	-	-32	-31	-35	-38	-42	-50	-80				
6<ds≤10	-17	-16	-13	-19	-21	-20	-17	-23	-	-	-	-	-26	-25	-22	-28	-	-	-	-	-32	-31	-28	-34	-	-	-	-39	-36	-42	-46	-52	-67	-97				
10<ds≤14	-20	-20	-16	-23	-25	-25	-21	-28	-	-	-	-	-30	-30	-26	-33	-	-	-	-	-37	-37	-33	-40	-	-	-	-47	-43	-50	-57	-64	-90	-130				
14<ds≤18		-36	-36	-36	-32	-31	-27	-35	-	-	-	-	-38	-37	-33	-41	-44	-43	-39	-47	-51	-50	-46	-54	-59	-55	-63	-69	-65	-73	-90	-98	-136	-188				
18<ds≤24	-25	-24	-20	-28	-32	-31	-27	-35	-	-	-	-	-38	-37	-33	-41	-44	-43	-39	-47	-51	-50	-46	-54	-59	-55	-63	-69	-65	-73	-90	-98	-136	-188				
24<ds≤30		-38	-38	-37	-33	-41	-45	-44	-40	-48	-52	-51	-47	-55	-61	-60	-56	-64	-71	-67	-75	-84	-80	-88	-110	-118	-160	-218	-	-	-	-	-	-				
30<ds≤40	-30	-29	-25	-34	-39	-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	-139	-148	-200	-274				
40<ds≤50		-50	-49	-45	-54	-66	-65	-61	-70	-77	-76	-72	-81	-93	-92	-88	-97	-109	-105	-114	-131	-127	-136	-171	-180	-242	-325	-	-	-	-	-	-					
50<ds≤65	-36	-35	-30	-41	-48	-47	-42	-53	-61	-60	-55	-66	-82	-81	-76	-87	-97	-96	-91	-102	-117	-116	-111	-122	-138	-133	-144	-166	-161	-172	-215	-226	-300	-405				
65<ds≤80	-38	-37	-32	-43	-54	-53	-48	-59	-70	-69	-64	-75	-97	-96	-91	-102	-115	-114	-109	-120	-141	-140	-135	-146	-168	-163	-174	-204	-199	-210	-263	-274	-360	-480				
80<ds≤100	-46	-44	-38	-51	-66	-64	-58	-71	-86	-84	-78	-91	-119	-117	-111	-124	-141	-139	-133	-146	-173	-171	-165	-178	-207	-201	-214	-251	-245	-258	-322	-335	-445	-585				
100<ds≤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	-387	-400	-525	-690				
120<ds≤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	-455	-470	-620	-800				
140<ds≤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<ds≤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<ds≤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<ds≤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	-723	-740	-960	-1250				
225<ds≤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	-803	-820	-1050	-1350				
250<ds≤280	-87	-85	-74	-94	-151	-149	-138	-158	-211	-209	-198	-218	-308	-306	-295	-315	-378	-376	-365	-385	-468	-466	-455	-475	-571	-560	-580	-701	-690	-710	-900	-920	-1200	-1550				
280<ds≤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<ds≤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<ds≤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<ds≤450	-119	-113	-103	-126	-225	-219	-209	-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<ds≤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				

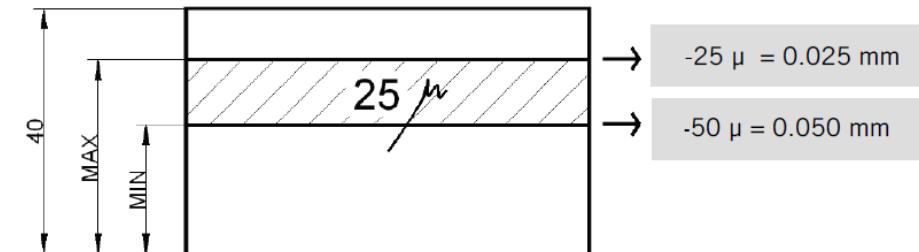


transfor
mación

Calidad de Tolerancia

DIAMETROS NOMINALES mm	AGUJERO H7 	EJES					Calidad de Tolerancia
		j 6	h 6	g 6	f 7	e 8	
1 a 3	+ 0,009*	+ 0,006	+ 0,000	- 0,003	- 0,007	- 0,014	- 0,020
	0,000	- 0,001*	- 0,007*	- 0,010*	- 0,016*	- 0,028*	- 0,045*
Más de 3 a 6	+ 0,012*	+ 0,007	0,000	- 0,004	- 0,010	- 0,020	- 0,030
	0,000	- 0,001*	- 0,008*	- 0,012*	- 0,022*	- 0,038*	- 0,060*
Más de 6 a 10	+ 0,015*	+ 0,007	0,000	- 0,005	- 0,013	- 0,025	0,040
	0,000	- 0,002*	- 0,009*	- 0,014*	- 0,028*	- 0,047*	- 0,076*
Más de 10 a 18	+ 0,018*	+ 0,008	0,000	- 0,006	- 0,016	- 0,032	- 0,050
	0,000	- 0,003*	- 0,011*	- 0,017*	- 0,034*	- 0,059*	- 0,093*
Más de 18 a 30	+ 0,021*	+ 0,009	0,000	- 0,007	- 0,020	- 0,040	- 0,065
	0,000	- 0,004*	- 0,013*	- 0,020*	- 0,041*	- 0,07	Límite Superior
Más de 30 a 40	+ 0,025*	+ 0,011	0,000	- 0,009	- 0,025	- 0,050	
Más de 40 a 50	0,000	- 0,005*	- 0,016*	- 0,025*	- 0,050*	- 0,089*	- 0,142*
Más de 50 a 65	+ 0,030*	+ 0,012	0,000	- 0,010	- 0,030	- 0,060	
Más de 65 a 80	0,000	- 0,007*	- 0,019*	- 0,029*	- 0,060*	- 0,100	Límite Inferior

Medida Nominal



$$\begin{array}{lcl} \text{Medida Máxima} & = & 40 - 0.025 \\ & = & 39.975 \text{ mm} \\ \\ \text{Medida Mínima} & = & 40 - 0.050 \\ & = & 39.950 \text{ mm} \end{array}$$



Universidad Católica
San Pablo

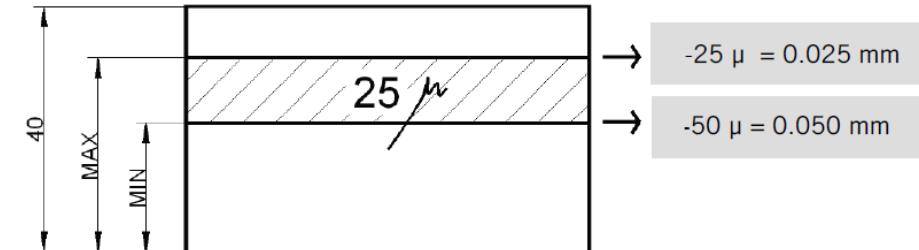


transfor
mación

Calidad de Tolerancia

DIAMETROS NOMINALES mm	AGUJERO H7 	EJES					Calidad de Tolerancia
		j 6	h 6	g 6	f 7	e 8	
1 a 3	+ 0,009*	+ 0,006	+ 0,000	- 0,003	- 0,007	- 0,014	- 0,020
	0,000	- 0,001*	- 0,007*	- 0,010*	- 0,016*	- 0,028*	- 0,045*
Más de 3 a 6	+ 0,012*	+ 0,007	0,000	- 0,004	- 0,010	- 0,020	- 0,030
	0,000	- 0,001*	- 0,008*	- 0,012*	- 0,022*	- 0,038*	- 0,060*
Más de 6 a 10	+ 0,015*	+ 0,007	0,000	- 0,005	- 0,013	- 0,025	0,040
	0,000	- 0,002*	- 0,009*	- 0,014*	- 0,028*	- 0,047*	- 0,076*
Más de 10 a 18	+ 0,018*	+ 0,008	0,000	- 0,006	- 0,016	- 0,032	- 0,050
	0,000	- 0,003*	- 0,011*	- 0,017*	- 0,034*	- 0,059*	- 0,093*
Más de 18 a 30	+ 0,021*	+ 0,009	0,000	- 0,007	- 0,020	- 0,040	- 0,065
	0,000	- 0,004*	- 0,013*	- 0,020*	- 0,041*	- 0,07	Límite Superior
Más de 30 a 40	+ 0,025*	+ 0,011	0,000	- 0,009	- 0,025	- 0,050	
Más de 40 a 50	0,000	- 0,005*	- 0,016*	- 0,025*	- 0,050*	- 0,089*	- 0,142*
Más de 50 a 65	+ 0,030*	+ 0,012	0,000	- 0,010	- 0,030	- 0,060	
Más de 65 a 80	0,000	- 0,007*	- 0,019*	- 0,029*	- 0,060*	- 0,100	Límite Inferior

Medida Nominal



$$\begin{array}{lcl} \text{Medida Máxima} & = & 40 - 0.025 \\ & = & 39.975 \text{ mm} \\ \\ \text{Medida Mínima} & = & 40 - 0.050 \\ & = & 39.950 \text{ mm} \end{array}$$



Universidad Católica
San Pablo

Espacio Práctico

15D9

Primero buscaremos el numero 9 con la medida de 15 en la tabla de Tolerancia Fundamental

TABLA A: VALORES NUMÉRICOS DE LAS TOLERANCIAS FUNDAMENTALES																		
DIAM (mm) CALL	0.1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
< 3	0.3	0.5	0.8	1.2	2	3	4	5	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600
>3 hasta 6	0.4	0.5	1	1.5	2.5	4	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	750
>6 hasta 10	0.4	0.5	1	1.5	2.5	4	6	9	15	22	35	58	90	150	220	360	580	900
>10 hasta 18	0.5	0.8	1.2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700	1100
>18 hasta 30	0.6	1	1.5	2.5	4	5	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840	1300

43 μ m

Espacio Práctico

Segundo buscaremos la letra “D”



Posición	A	B	C	CD	D	E	EF	F	F
Calidad	Todas las calidades								
Diámetro	Diferencia inferior Di								
$d \leq 3$	+270	+140	+60	+34	+20	+14	+10	+6	+
$3 < d \leq 6$	+270	+140	+70	+46	+30	+20	+14	+10	+
$6 < d \leq 10$	+280	+150	+80	+56	+40	+25	+18	+13	+
$10 < d \leq 18$	+290	+150	+95	-	+50	+32	-	+16	-
$18 < d \leq 30$	+300	+160	+110	-	+65	+40	-	+20	-
$30 < d \leq 40$	+310	+170	+120	-	+80	+50	-	+25	-



50μm

Espacio Práctico

Por lo tanto;

El numero 9 : 43 μm de tolerancia

La letra “D” : 50 μm de diferencia inferior

Entonces la diferencia superior será:

Diferencia inferior + tolerancia

$$50\mu\text{m} + 43\mu\text{m} = 93\mu\text{m}$$

$$15D9 = 15 \begin{matrix} +0.093 \\ +0.050 \end{matrix}$$

P

práctica

Espacio Práctico

40k5

24f7

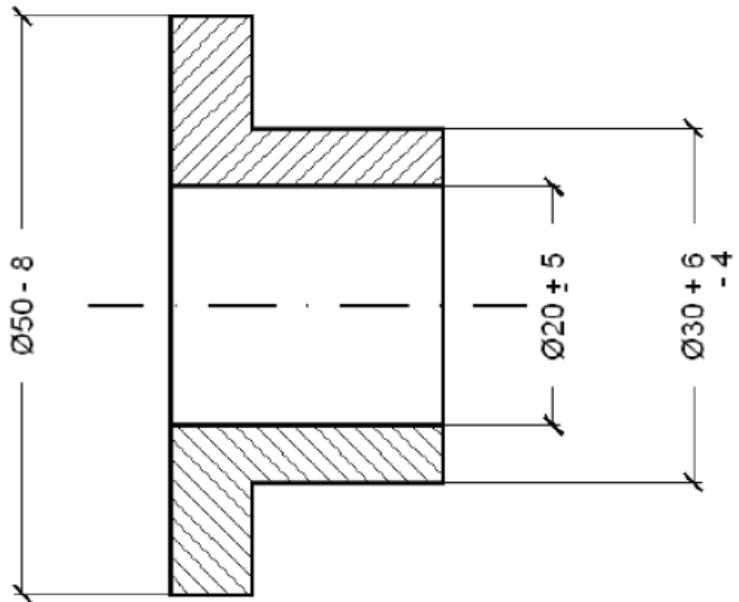
36^{F8}_{h9} eje?? agujero??

20^{H7}_{n6} juego máximo?mínimo?

P

práctica

Espacio Práctico Autónomo



	50^{-8}	30^{+6}_{-4}	20 ± 5
MEDIDA NOMINAL (N)			
MEDIDA MÁXIMA (M max)			
MEDIDA MÍNIMA (M mín)			
TOLERANCIA (T)			
DIFERENCIA SUPERIOR (Ds)			
DIFERENCIA INFERIOR (Di)			



Universidad Católica
San Pablo

P

práctica

Espacio Práctico Autónomo

MEDIDAS	TOLERANCIAS	MEDIDAS	TOLERANCIAS DE MAYOR A MENOR CALIDAD
15 H8			
178 F6			
58 r12			
45 g4			



Universidad Católica
San Pablo

P

práctico

Espacio Práctico Autónomo

27 f7

Tolerancia

=

Límite Superior

=

Límite Inferior

=

Medida máxima

=

-

=

Medida mínima

=

-

=

129 H6

Tolerancia

=

Límite Superior

=

Límite Inferior

=

Medida máxima

=

+

=

Medida mínima

=

+

=



Universidad Católica
San Pablo

P

práctica

Espacio Práctico Autónomo

$\varnothing 4.0 \text{ h}6$

Ls = +5.9

M Máx =

Ls = +5.0

M Min =

$\varnothing 3.16 \text{ u}6$

Ls = +1.8

M Máx =

Ls = -0

M Min =

$\varnothing 4.7 \text{ x}7$

Ls = +0

M Máx =

Ls = -9

M Min =

$\varnothing 7.0 \text{ H}7$

Ls = +1.6

M Máx =

Ls = -0

M Min =

$\varnothing 3.125 \text{ H}8$

Ls = +9.4

M Máx =

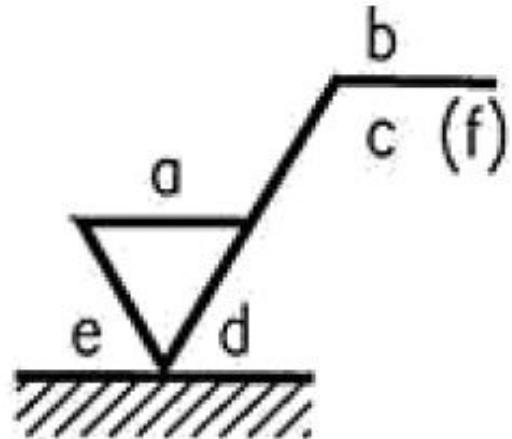
Ls = -8.0

M Min =



Universidad Católica
San Pablo

ACABADOS SUPERFICIALES



- a** = Valor de la rugosidad R_a en micrometros o Numero de la clase de rugosidad de N1 a N12
- b** = Proceso de fabricacion, tratamiento o recubrimiento
- c** = Longitud basica
- d** = Direccion de las estrias de mecanizado
- e** = Sobremedida para mecanizado
- f** = Otros valores de rugosidad (entre parentesis)

Símbolo	Significado
	Se permite cualquier proceso de fabricación.
	Debe retirarse material.
	No debe retetirarse material.



transfor
mación

SIMBOLOS DE ACABADOS SUPERFICIALES

Rugosidad R_a (μm)	Clase de rugosidad
50	N12
25	N11
12,5	N10
6,3	N9
3,2	N8
1,6	N7
0,8	N6
0,4	N5
0,2	N4
0,1	N3
0,05	N2
0,025	N1

N1-N4 La superficie es especular

N5-N6 Las marcas de mecanizado no se aprecian ni con el tacto ni con la vista (pero si con lupa).

N7-N8 Las marcas de mecanizado se aprecian con la vista, pero no con el tacto.

N9-N12 Las marcas de mecanizado se aprecian con la vista y con el tacto.



Universidad Católica
San Pablo



transfor
mación

SÍMBOLOS DE ACABADOS SUPERFICIALES

Rugosidad Aplicación

N1 Espejos. Bloques patrón

N2 Planos de apoyo de relojes comparadores

N3 Herramientas de precisión. Cojinetes super acabados. Acoplamientos estancos de alta presión en movimiento alternativo. Superficies bruñidas de retención sin retén.

N4 Soportes de cigüeñales y árboles de levas. Pies de válvulas. Superficies de cilindros de bombas hidráulicas. Cojinetes lapeados. Pernos de árboles para rotores de turbina, reductores...

N5 Árboles acanalados. Superficie exterior de pistones. Acoplamientos efectuados a presión. Asientos de válvulas...

N6 Tambores de freno. Agujeros brochados. Cojinetes de bronce. Dientes de engranaje. Superficies de piezas deslizantes, como patines y sus guías.

N7 Caras de engranajes. Árboles y orificios de engranajes. Cara de émbolo.

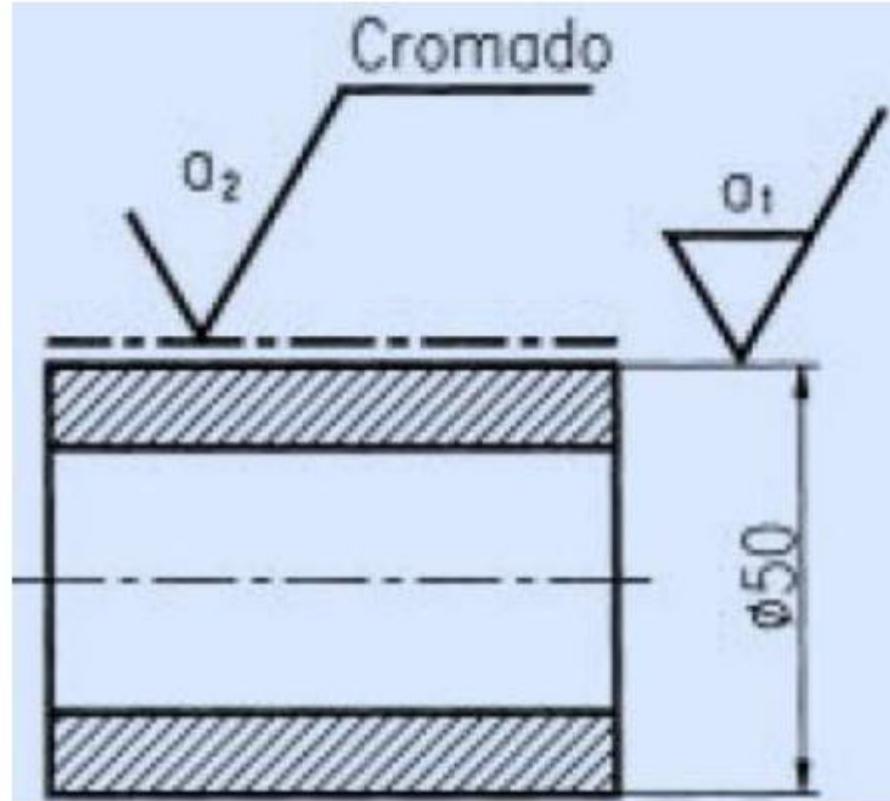
N8 Pernos y cojinetes para transmisión (montaje a mano). Superficies de acoplamiento de partes fijas desmontables.

N9 Superficies laterales de retención con retenes normales.



Universidad Católica
San Pablo

SIMBOLOS DE ACABADOS SUPERFICIALES



EJEMPLO	RUGOSIDAD
	Rugosidad máxima $R_a = 0,8 \mu\text{m}$.
	Rugosidad comprendida entre $R_a = 0,8 \mu\text{m}$ y $R_a = 1,6 \mu\text{m}$.
	Rugosidad máxima $R_a = 0,4 \mu\text{m}$ en la orientación.
	Rugosidad máxima $R_a = 0,8 \mu\text{m}$ con paso de la rugosidad de $0,4 \text{ mm}$.
	Rugosidad máxima $R_a = 0,4 \mu\text{m}$ con altura de 1 mm .
	Rugosidad máxima $R_a = 0,4 \mu\text{m}$ con altura de 1 mm y paso de la ondulación de 6 mm .

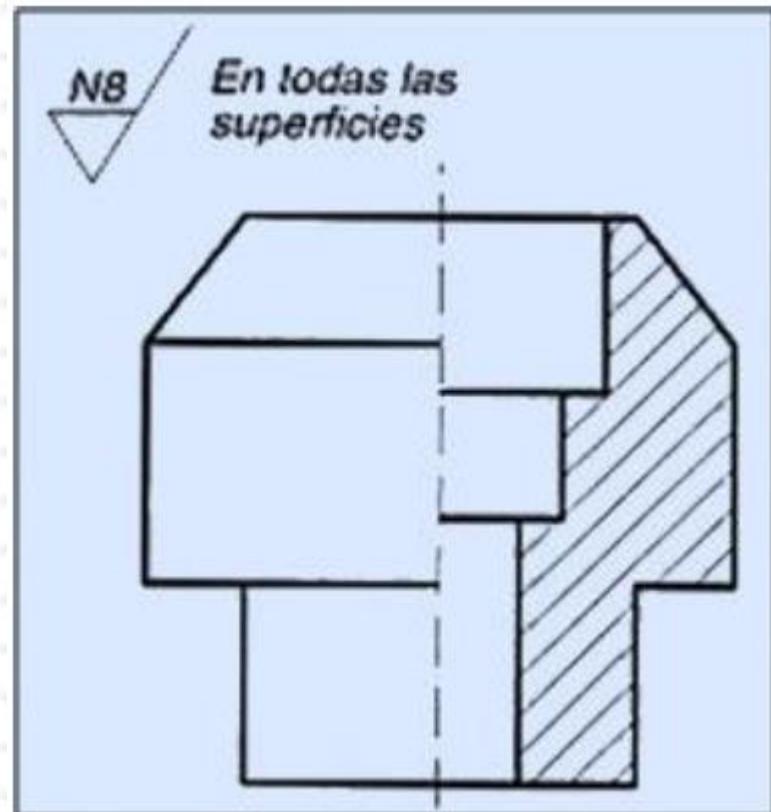
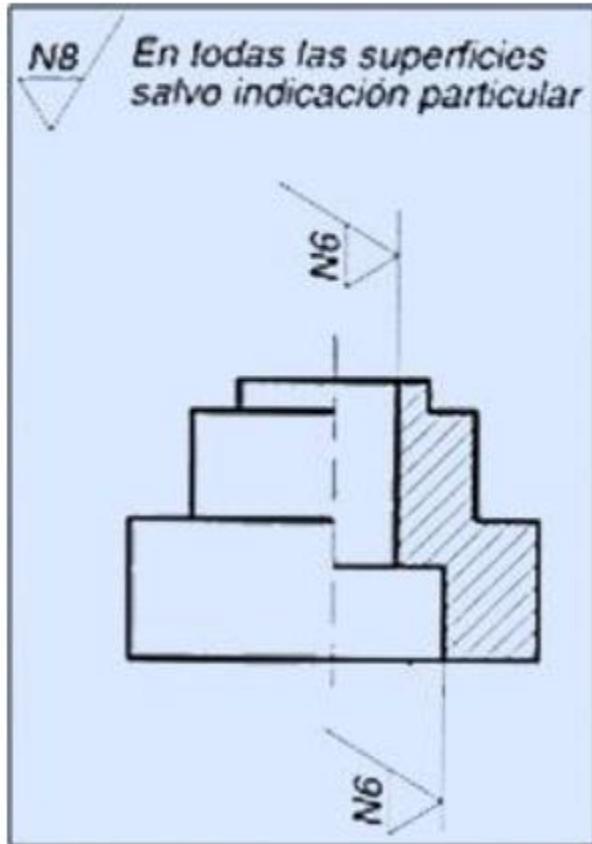
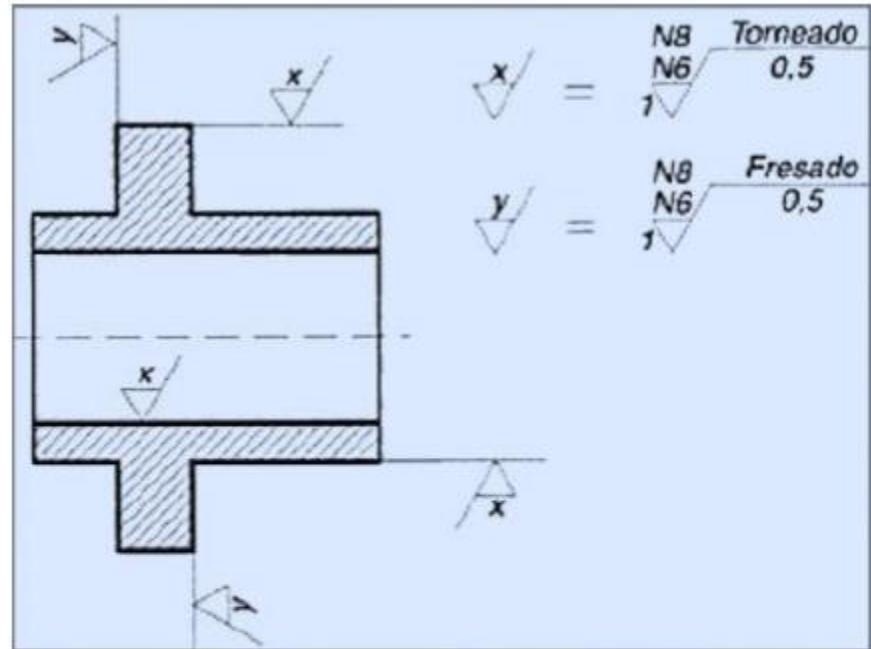


SIMBOLOS DE ACABADOS SUPERFICIALES

Rugosidad (μm)	Clase de rugosidad	Equivalencia DIN 140	Aplicaciones
50	N 12		Forja, fundición, estampación
25	N 11		Trabajos de desbaste arranque basto de viruta
12,5	N 10		Torneado fino, escariado, rectificado, brochado
6,3	N 9		Escariado, rectificado, esmerilado
3,2	N 8		Rectificado fino, bruñido
1,6	N 7		Lapeado
0,8	N 6		
0,4	N 5		
0,2	N 4		
0,1	N 3		
0,05	N 2		
0,025	N 1		



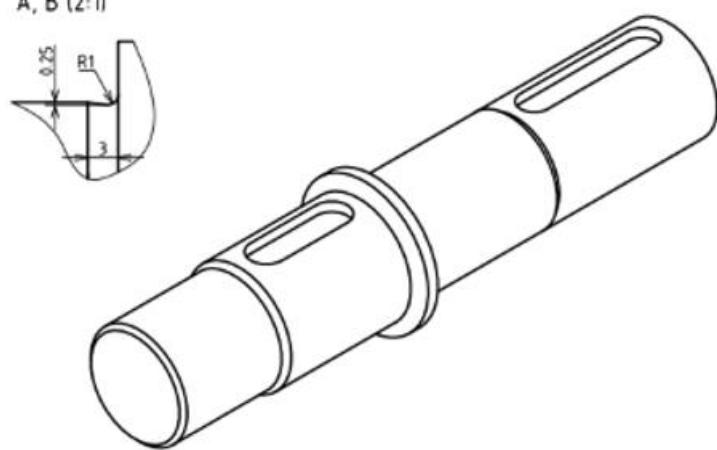
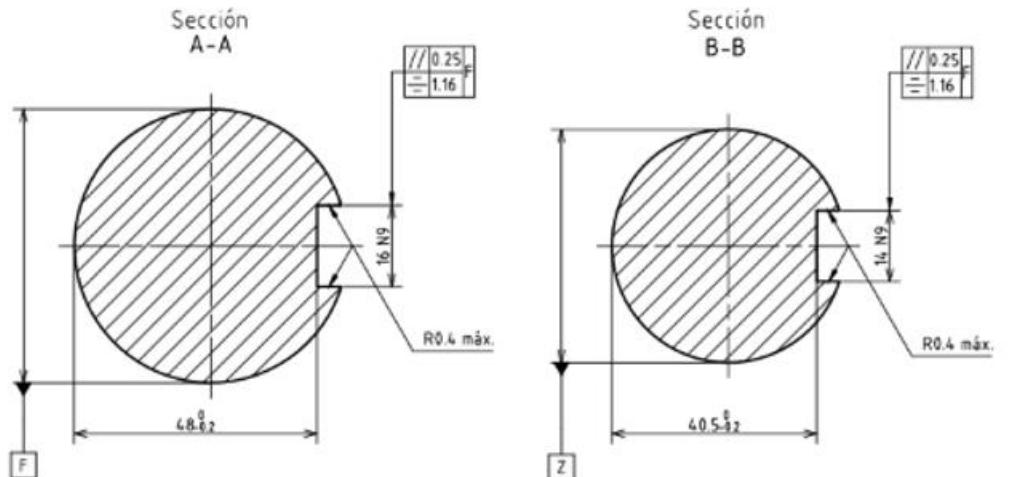
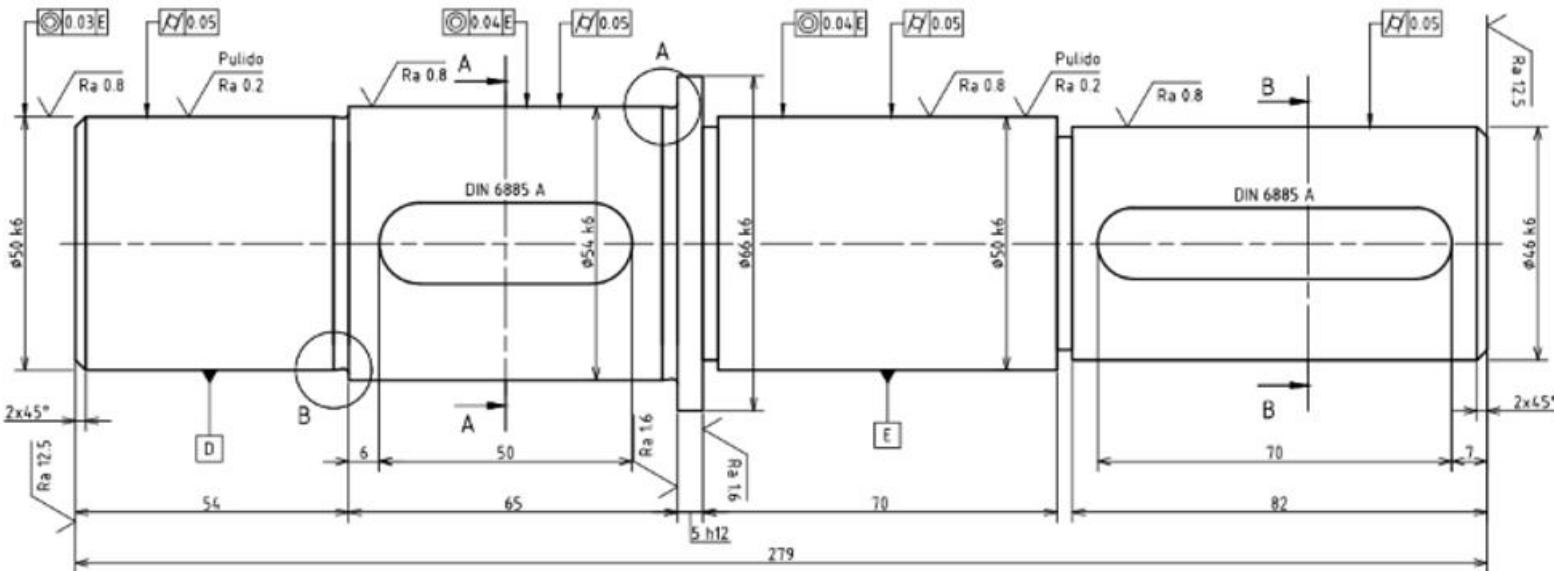
SIMBOLOS DE ACABADOS SUPERFICIALES



P

práctica

Espacio Práctico Autónomo



Universidad Católica
San Pablo

preguntas

¿Qué hemos aprendido en esta sesión?

✓

✓



Universidad Católica
San Pablo





cierre

Cierre de la sesión

Dimensionamiento....

Toleracias



¿CUÁL ES TU CONCLUSIÓN FINAL?



Universidad Católica
San Pablo

Tarea

- Realizar una descripción de los elementos de medición necesarios para la medición de ajustes, tolerancias y acabados superficiales, colocar ejemplos con graficas.
- Realizar el plano del eje en hoja A3, traer impreso y doblado según NTP

GRACIAS

Nos vemos la siguiente clase

