



Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Aeronáutica

Expresión Gráfica en la Ingeniería

INGENIERÍA GRÁFICA

3.2. ACABADOS SUPERFICIALES

3.2.1 Rugosidad superficial

3.2.2 Recubrimientos



POLITÉCNICA

Ingeniamos el futuro

Javier Pérez Álvarez
José Luis Pérez Benedito
Santiago Poveda Martínez



INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

3.2.1 Rugosidad superficial

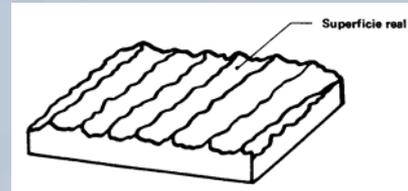
- SUPERFICIE INCIDE EN:
 - FUNCIONAMIENTO
 - RENDIMIENTO
 - DURACIÓN
 - ASPECTO
 - COSTO



INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

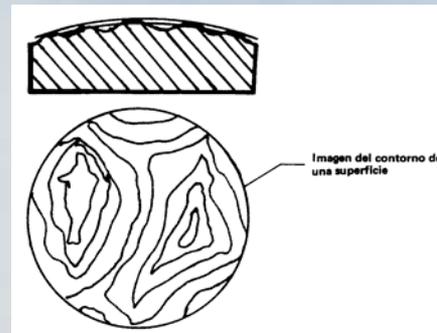
3.2.1 Rugosidad superficial

Superficie real: superficie que limita el cuerpo y lo separa del medio que lo rodea



Superficie geométrica: Superficie ideal cuya forma nominal está definida por el dibujo

Imagen de contorno de una superficie: Conjunto de líneas de intersección de una superficie real por una serie de secciones equidistantes

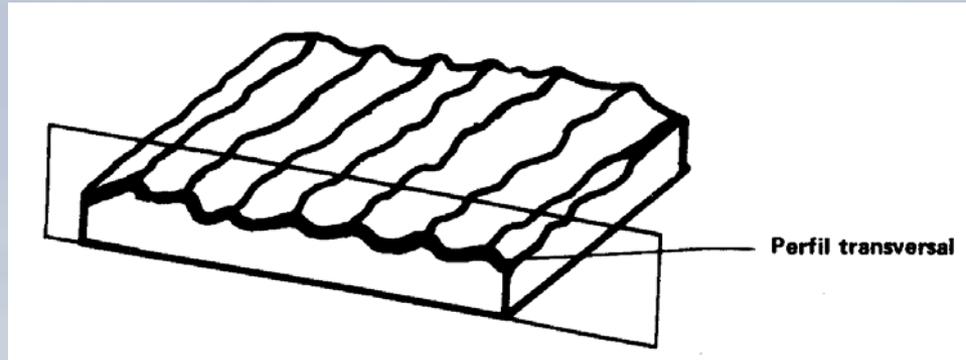




INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

3.2.1 Rugosidad superficial

Perfil transversal: perfil resultante de la intersección de una superficie con el plano normal perpendicular a la dirección de las irregularidades



Longitud básica, l : Longitud de la línea de referencia utilizada para separar las irregularidades que forman la rugosidad superficial.

Longitud de evaluación l_n : longitud utilizada para determinar los valores de los parámetros de rugosidad superficial. Puede comprender una o más longitudes básicas.

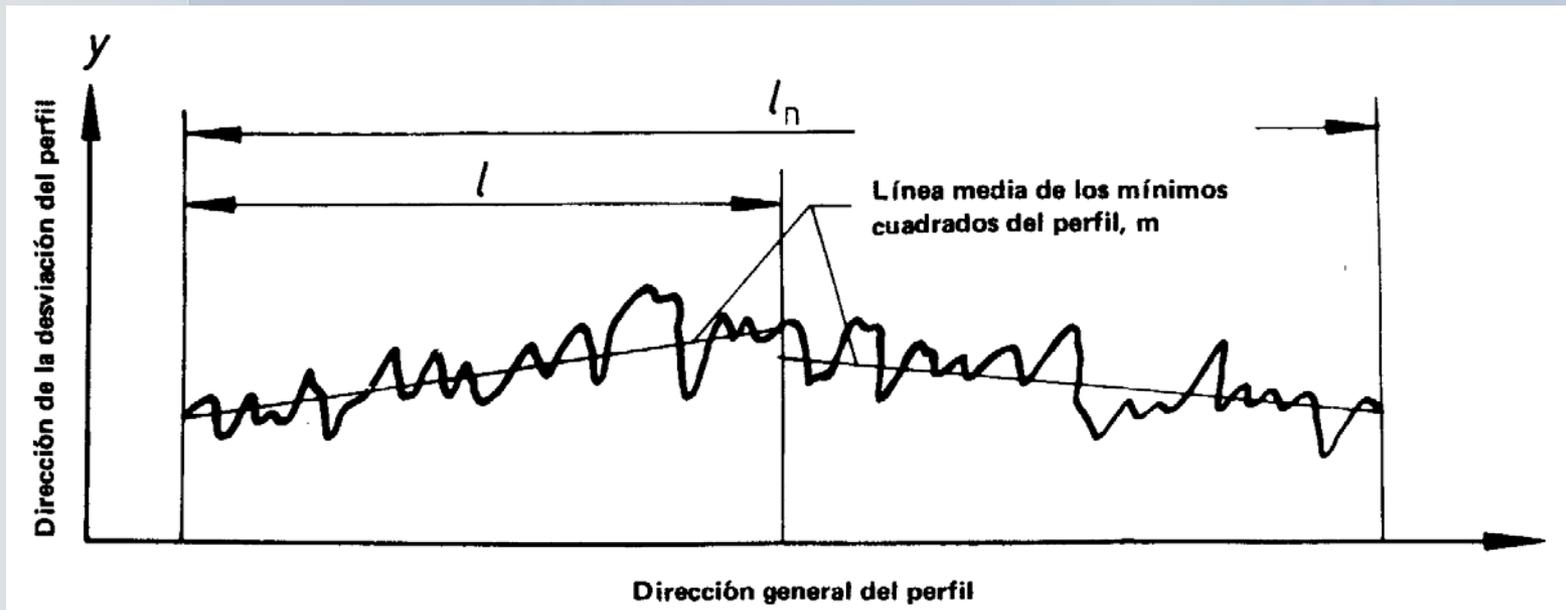
Desviación (diferencial del perfil, y : distancia entre el punto del perfil y la línea de referencia siguiendo la dirección de la medida.



INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

3.2.1 Rugosidad superficial

Línea media de los mínimos cuadrados o simplemente línea media m : línea de referencia cuya forma es la del perfil geométrico y que divide al perfil de forma que dentro de la longitud básica, la suma de los cuadrados de las desviaciones (diferencias) a partir de esta línea es mínima.

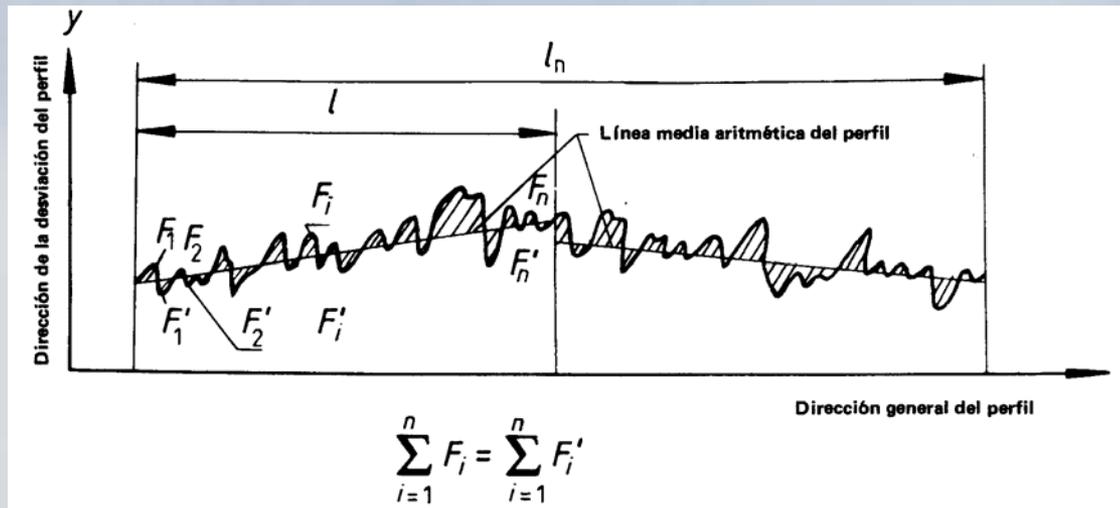




INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

3.2.1 Rugosidad superficial

Línea media aritmética del perfil o simplemente línea central: Línea de referencia que tiene la forma del perfil geométrico paralela a la dirección general del perfil dentro de la longitud básica y que divide al perfil de tal forma que la suma de las áreas comprendidas entre ella y el perfil es igual. Determina gráficamente la línea media de mínimos cuadrados, cuando el perfil tiene una periodicidad perceptible es única.





INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

3.2.1 Rugosidad superficial

Sistema de la línea media: Sistema de cálculo utilizado para evaluar los parámetros de rugosidad superficial cuando una línea media definida se toma como línea de referencia.

Irregularidad del perfil: Cresta del perfil y valle adyacente, entendiéndose como cresta la parte de perfil dirigida hacia el exterior y que une dos intersecciones consecutivas de éste con la línea media y valle lo mismo hacia el interior.

Rugosidad superficial: Conjunto de las irregularidades superficiales de paso relativamente pequeño, correspondiente a las huellas dejadas en la superficie real por el procedimiento de elaboración u otras influencias.



INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

3.2.1 Rugosidad superficial

Altura máxima del perfil, R_y :

Distancia entre el pico de cresta mas alto y el fondo del valle mas profundo dentro de la longitud básica.

Altura de las irregularidades en diez puntos, R_z :

Media de los valores absolutos de las alturas de las cinco crestas y_p mas altas y los cinco valles mas profundos y_v dentro de la longitud básica.

$$R_z = \frac{\sum_{i=1}^5 |y_{pi}| + \sum_{i=1}^5 |y_{vi}|}{5}$$



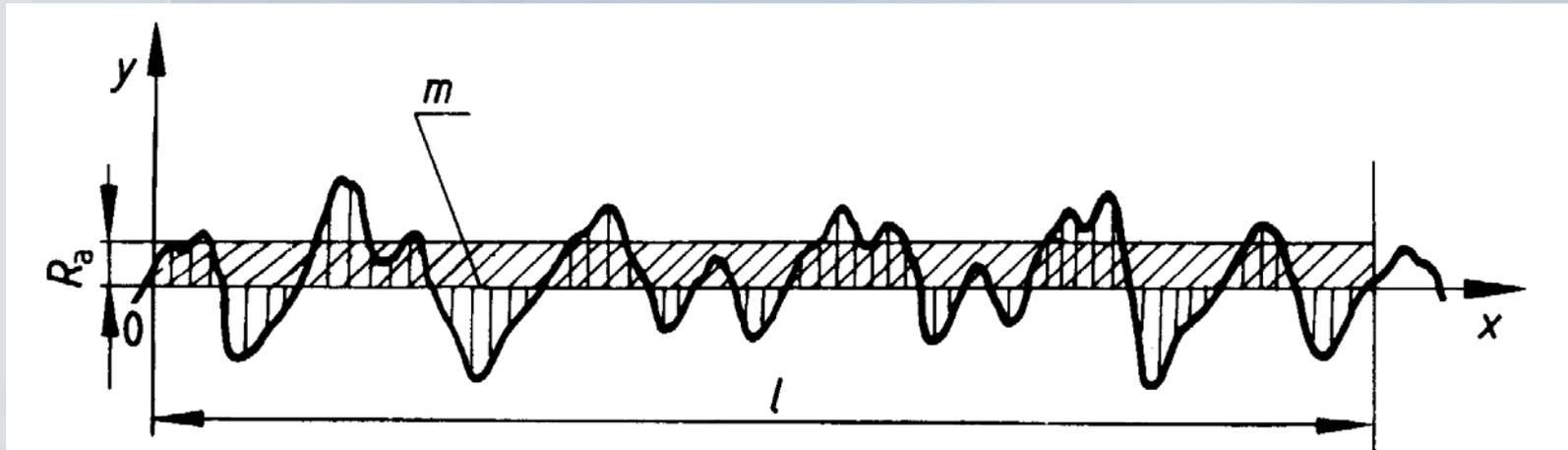
INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

3.2.1 Rugosidad superficial

Valor de rugosidad R_a media aritmética del perfil:

Media aritmética de los valores absolutos de las desviaciones del perfil, en los límites de la longitud básica l .

$$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |y(x)| dx$$





INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

3.2.1 Rugosidad superficial

Desviación media cuadrática del perfil Rq :

Valor medio cuadrático de las desviaciones del perfil, en los límites de la longitud básica, (valor utilizado con preferencia en normas americanas indicado en micropulgadas RMS).

$$Rq = \sqrt{\frac{1}{l} \int_0^l y^2(x) dx}$$

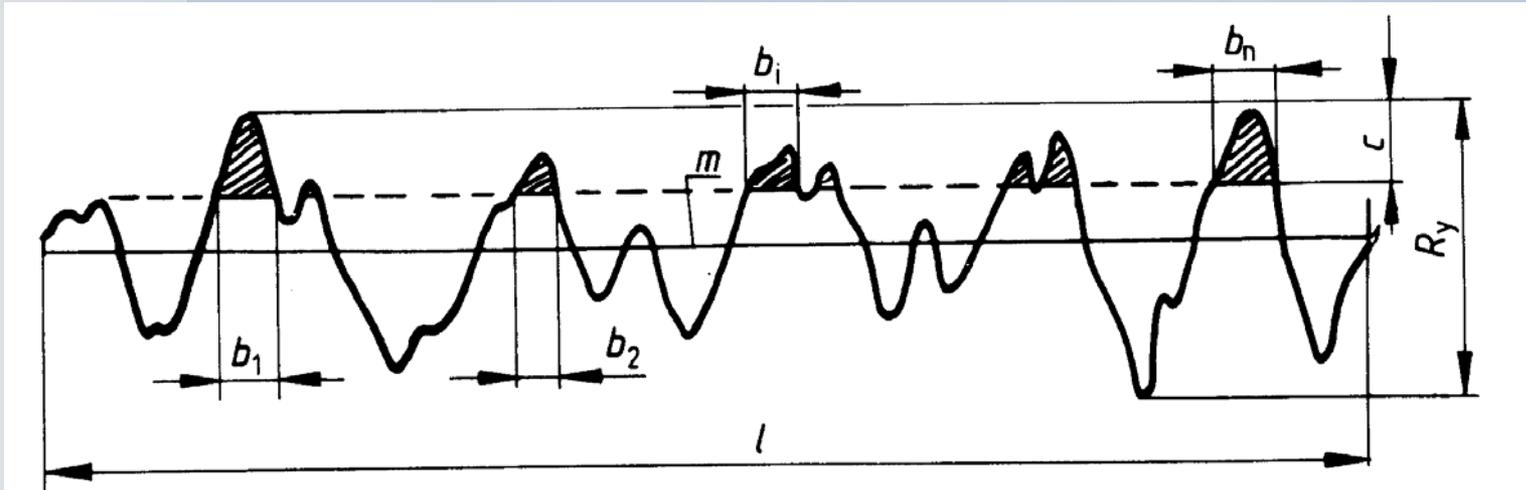


INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

3.2.1 Rugosidad superficial

Longitud portante del perfil η_p :

Suma de las longitudes de segmentos obtenidos cortando las crestas por una línea paralela a la línea media, dentro de la longitud básica y a un nivel de corte dado.





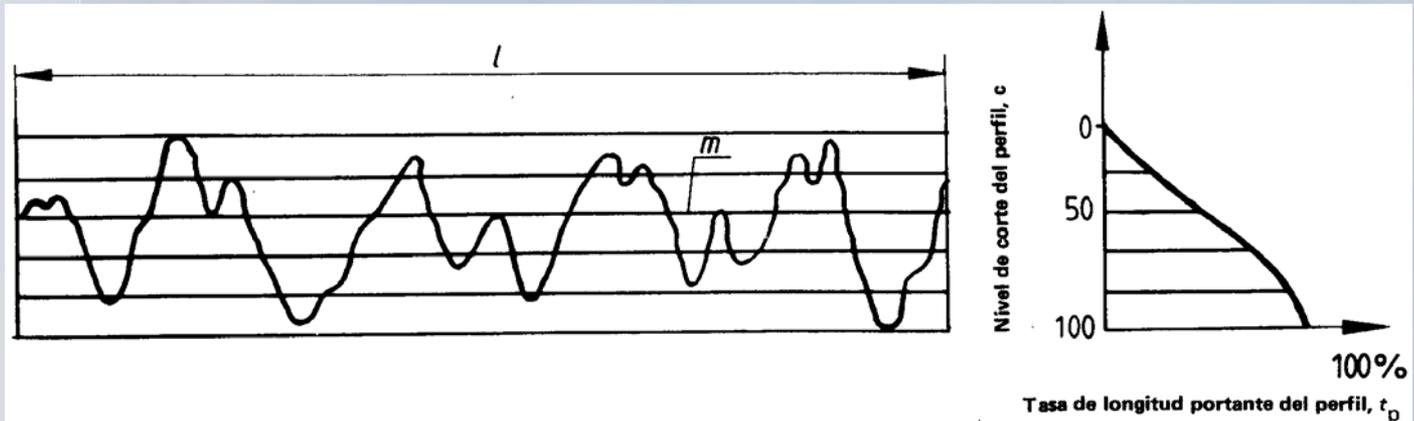
INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

3.2.1 Rugosidad superficial

Tasa de longitud portante del perfil t_p : Relación entre la longitud portante y la longitud básica

$$t_p = \frac{\eta_p}{l}$$

Curva de la tasa de la longitud portante: gráfico que representa la relación entre los valores de la tasa de longitud portante del perfil y el nivel de corte del perfil

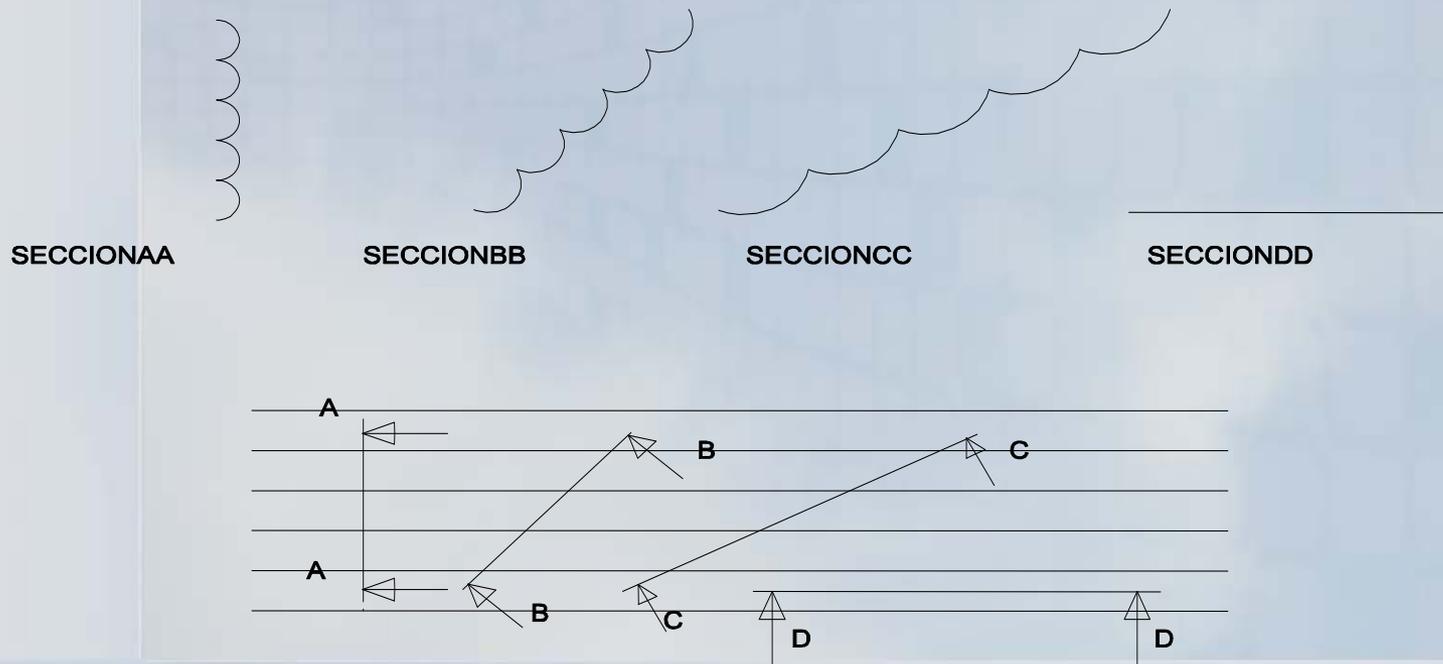




INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

3.2.1 Rugosidad superficial

La longitud de onda, depende de la dirección en que se realicen las medidas siendo la establecida por las normas las tomadas perpendiculares a la dirección general de las estrías en la figura,





INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

3.2.1 Rugosidad superficial

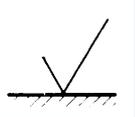
Los valores de rugosidad Ra pueden indicarse bien por su valor normalizado o por su número de clase indicados en la tabla.

Valor de rugosidad Ra en 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



INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

3.2.1 Rugosidad superficial

Símbolo	Significado
	Símbolo básico. Solamente puede utilizarse cuando su significado se exprese mediante una nota
	Superficie mecanizada con arranque de viruta
	Superficie que no debe someterse al arranque de viruta. También puede utilizarse en dibujos de fase de mecanizado para indicar que la superficie debe de quedar tal como ha sido obtenida, con o sin arranque de viruta, en la fase anterior de fabricación



INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

3.2.1 Rugosidad superficial

Símbolos con indicación del criterio principal de rugosidad Ra

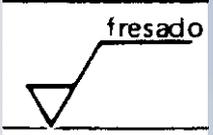
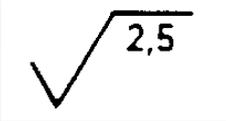
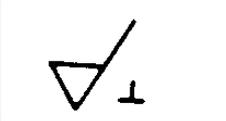
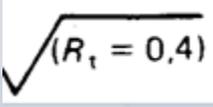
Símbolo			Significado
Con arranque de viruta			
facultativo	obligatorio	prohibido	
			Superficie con rugosidad Ra de valor máximo de 3,2 micras
			Superficie con rugosidad Ra de un valor máximo de 6,3 micras y mínima de 1,6



INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

3.2.1 Rugosidad superficial

Símbolos con indicaciones complementarias

Símbolo	Significado
	Proceso de fabricación: fresado
	Longitud básica: 2,5
	Dirección de las estrías: perpendiculares al plano de proyección de la vista
	Sobre medida de mecanizado: 2 mm
	Indicación (entre paréntesis) de un criterio de rugosidad diferente al Ra por ejemplo Rt 0 0,4 mm



INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

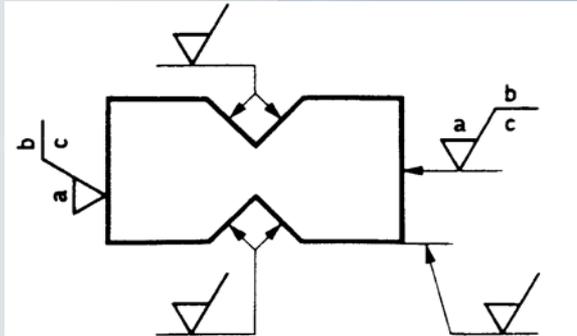
3.2.1 Rugosidad superficial

Símbolo	Interpretación	
=	Paralelas al plano de proyección de la vista sobre la cual se aplica el símbolo	
⊥	Perpendiculares al plano de proyección de la vista sobre la cual se aplica el símbolo	
X	Cruzadas en dos direcciones oblicuas con respecto al plano de proyección de la vista sobre la que se aplica el símbolo	
M	Multidireccional	
C	Aproximadamente circular con relación al centro de la superficie a la cual se aplica el símbolo	
R	Aproximadamente radial con respecto al centro de la superficie sobre la cual se aplica el símbolo	

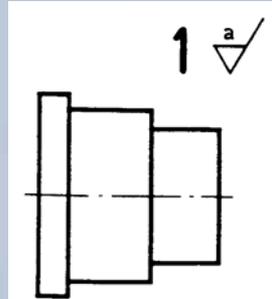


INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

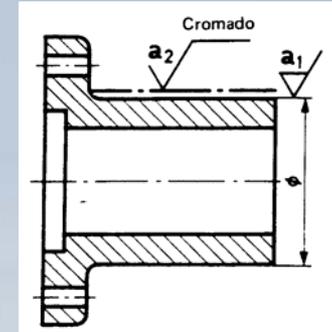
3.2.1 Rugosidad superficial



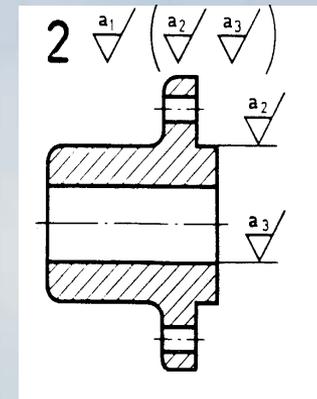
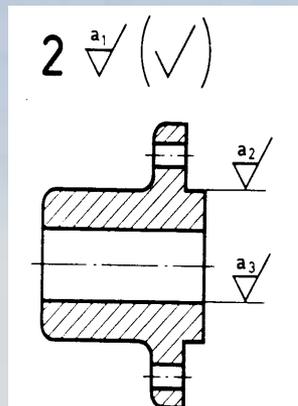
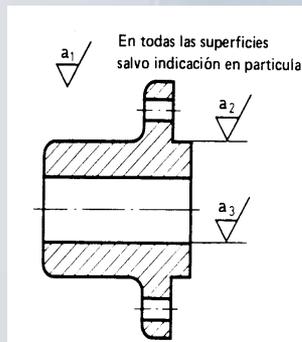
SUPERF. DESIGUALES



SUPERF. IGUALES



SUPERF. ESPECIALES



SUPERFICIES IGUALES CON EXCEPCIONES



INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

3.2.1 Rugosidad superficial

Valor de rugosidad Ra en μm	Aplicaciones
12,5	Terminación muy basta. Resulta de los cortes de desbaste o en superficies exteriores de piezas forjadas o extruidas en acero o titanio. No debe emplearse en piezas cargadas
6,3	Aparece en las superficies habituales de piezas forjadas o extruidas. Se considera como acabado normal de mecanizado para piezas de acero y titanio siempre que no existan requisitos superiores de funcionamiento como consecuencia de su reducido coste.
3,2	Se utiliza como valor medio de mecanizado para piezas de aleación de aluminio, conseguida con herramientas afiladas, velocidades altas y pasadas finas. Difícil de conseguir en piezas de acero en superficies distintas de las planas y cilíndricas. Rugosidad recomendada para piezas que estén sometidas a esfuerzos de fatiga, vibraciones moderadas o grandes esfuerzos. Es el acabado típico para herrajes de estructura primaria de ala – fuselaje y alas - superficies de mando La resistencia a la fatiga se incrementa con un chorreado o perdigoneado
1,6	Acabado de buena calidad conseguido con velocidades de corte altas y pasadas finas. El empleo más frecuente es en superficies de piezas en contacto con tolerancias estrechas y altamente solicitadas tales como las superficies interiores de cilindros sometidos a vibraciones y movimiento relativo bajo.
0,8	Acabado superior de mecanizado, se limita a piezas de formas simples en las que existan altas concentraciones de esfuerzos o vibraciones
0,4	Acabado de alta calidad, solo se emplea cuando es de vital importancia para el funcionamiento de la pieza, como ejes que giran al alta velocidad o rótulas muy cargadas.



INGENIERÍA GRÁFICA: Información Técnica

3.2.1 Rugosidad superficial

Relación entre tolerancias y rugosidad

Superficies		Tolerancia ISO								
		IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11 1	IT12 2	IT13	IT14
		Rugosidad Ra								
Superficies cilíndricas con diámetro	> 3	0,2	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8
	>3 a 10	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12
	>18 a 80	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20
	>80 a 250	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30
	>250	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50
Superficies planas		1,2	2	3	5	8	12	20	30	50