

# DELTAMETAL

acero inoxidable, aluminio y aleaciones de níquel



---

**Aceros Inoxidables Deltametal, S.L.**

Vía Augusta, 15, 311/ 08006 Barcelona / tel +34 93 2172396 / fax +34 93 2178739

WEB: <http://www.deltametal.es> / E-mail: [delta@deltametal.es](mailto:delta@deltametal.es)

---

## PULIDO DEL ACERO INOXIDABLE

Cada vez es menos común el designar los acabados del acero inoxidable en términos de "grit", refiriéndose con ello al tamaño del grano abrasivo empleado para pulirlo. El tamaño se identifica con el número de la malla por la que puede hacerse pasar dicho grano. Mientras más cerrada es la malla, más alto su número, más fino el abrasivo y más tersa la superficie que se pule con él.

De esta forma y por años, el acabado sanitario, de acuerdo a las normas 3-A\*, se ha definido como aquel obtenido mediante la acción abrasiva del grano 150, o 150 "grit". Hay varios factores que afectan en última instancia los resultados que se obtienen al pulir con grano 150: el uso de lubricantes, tipo de lubricante, aplicación manual o con herramienta, tipo de herramienta, velocidad, desgaste de la lija, rugosidad inicial, destreza del operario, presión, etc. Por consiguiente, la especificación resultaba insuficiente.

Ahora 3-A ha precisado la norma, haciendo referencia al Factor de Rugosidad Ra.

El Factor de rugosidad Ra es una medida más directa del acabado superficial, ya que representa un promedio del tamaño de las irregularidades de su sección y puede ser calculado o, más prácticamente, medido por un instrumento, llamado Rugosímetro o Perfilómetro ("Profilometer"). Si el promedio es aritmético, se designa Ra; si es geométrico, RMS ("Root Mean Square"). Para una misma superficie, el Ra es aproximadamente 11% más bajo que el RMS.

Basado en estas definiciones, 3-A establece un Ra máximo de 0.8  $\mu\text{m}$  ó 32  $\mu\text{in}$  para el acabado sanitario. Estas unidades son las micras o millonésimas de metro y millonésima de pulgada, respectivamente. Si multiplicamos el número de  $\mu\text{m}$  por 40, obtenemos  $\mu\text{in}$ .

Se indican a continuación, la rugosidad de los principales acabados del acero inoxidable :

Acabado 2D : de 1 a 25  $\mu\text{m}$

Acabado 2B : de 0,5 a 5  $\mu\text{m}$

Acabado BA : de 0,05 a 0,1  $\mu\text{m}$

En la tabla A-1 presentamos los Factores de Rugosidad Ra que se producen con

diversos abrasivos, lubricantes y tamaños de grano. Los números reflejan la posible variación de resultados obtenibles con el mismo grano.

<b>TABLA A-1</b>				
<b>Lecturas de Perfilómetro Ra (µin) para diferentes granos abrasivos y lubricantes.</b>				
Oxido de Aluminio				
GRANO (Grit)	ACEITE	EMULSION ACUOSA	SECO	GRASA
24	160	175	180	
36	140	155	160	
40	130	135	150	
50	110	120	125	
60	90	95	98	
80	70	75	80	
100	60	65	70	
120	50	55	58	
150	37	41	45	27
180	25	30	44	18
220	15	18	20	8-9
240	10-12	15	17	7-8
280	9-10	12-14	15	6-7
320	7-8	10-12	14	5-6
400	6-7	9-10	13	4-5
Carburo de Silicio				
GRANO (Grit)	ACEITE	EMULSION ACUOSA	SECO	GRASA
180	9	12	10	7-8
240	8	10	8	6
320	6	8	6	3-4

Es importante enfatizar que el mero uso de un abrasivo determinado no garantiza la obtención de un cierto Ra. Condicionantes primordiales para alcanzar un cierto acabado son el respetar una rigurosa secuencia de aplicación de tamaños de grano y el cuidado minucioso en manejo de los abrasivos.

Cuando se desea producir un acabado sanitario a partir de un cordón burdo de soldadura de un "acabado de molino" ("Mill finish"), son probablemente necesarios

varios pasos: empezar con grano 36, pasar 50/60 y 100/120, para terminar con 150/180. Cada caso, obviamente, requiere probarse por separado.

La omisión de alguno de los pasos de pulido ocasiona la formación de pliegues y recovecos imperceptibles a simple vista, pero detectables con algún proceso posterior o por problemas de operación. En efecto, cuando un paso se omite, la acción del siguiente no logra borrar al anterior, como dicta la buena práctica. Entonces, típicamente el operario pone más empeño, mas presión, calienta y dobla los picos de las rugosidades, ejerciendo una acción de empujamiento y formando los defectos mencionados, que constituyen focos de contaminación y disminuyen la limpiabilidad de la superficie.

Otra fuente de preocupación son los poros ("pits"), que se generan usualmente por la presencia de inclusiones no metálicas en el acero o por procesos de soldadura defectuosos. La aplicación meticulosa de los varios pasos de pulido puede resultar infructuosa para eliminar dichos poros.

Atendiendo la indeseabilidad de los defectos mencionados, la norma 3-A los cita específicamente. El texto completo original en inglés dice:

"D1, All product contact surfaces shall have a ground and/or polished finish at least as smooth as a No. 4 finish on stainless steel sheets, free of imperfections such as pits, folds and crevices".

"F, Surface finish equivalent to 150 grit or better as obtained with Silicon Carbide, properly applied on stainless steel sheets, is considered in compliance with the requirements of Section D1 herein. A maximum Ra of 32 micro-inch (0.8 micrometer), when measured according to recommendations in ANSI/ASME B46.1 -Surface Texture, is considered equivalent to a No. 4 finish".

## **ACABADO SANITARIO**

Dentro del concepto "Sanitario", se incluyen por definición las superficies que cumplen con las normas 3-A, cuyo párrafo relacionado transcribimos en el Capítulo de "Pulido Mecánico". Sin embargo, usuarios con diferentes necesidades exigen alternativas de superficies con acabados distintos al expresado en la Norma 3-A. A continuación presentamos una Lista de las diversas opciones disponibles en el mercado.

- A. **A270, 20** micro-pulgadas máximo Ra interior, 32 micro-pulgadas máximo Ra exterior. Esta tubería excede los requisitos de la norma 3-A y se consume generalmente del tipo 316L.
- B. **Tubería Farmacéutica.** Para el manejo de agua en laboratorios farmacéuticos, la norma A270 contempla en el Párrafo S2 varios Requerimientos Suplementarios para "Tubo de calidad Farmacéutica", que incluyen control del Azufre (0.005% a 0.017%); ciertos valores de dureza y tensión; pruebas de formado, especificaciones de empaquetado e indicaciones de especificar el acabado en el Pedido. Esto se puede complementar con las siguientes notas adicionales:

- Acabado interior Ra máximo de 20 micro-pulgadas logrado por medios mecánicos ó Ra máximo de 10-15 micro-pulgadas obtenido por electropulido.
- Pasivación.
- Enjuague con agua deionizada.
- Limpieza y secado con materiales (trapos) estériles desechables.
- Inspección boroscópica.
- Limpieza y empaque en cuarto limpio.
- Empaque hermético.

Típicamente se ordena en tipo 316L.

**C. A270TP304, 32** micro-pulgadas máximo Ra interior y exterior. Cumple con la norma 3-A y se usa ampliamente en las industrias de alimentos y bebidas.

**D. A269TP304 B/A.** Si la tubería se trata térmicamente con recocido normal (en atmósfera oxidante) y se eliminan escoria y coloraciones mediante desbaste mecánico, obtenemos la designación B/A. El acabado se especifica cuando mucho con un número de grit y, aunque prácticamente es sanitario, no se certifica como "tubería 3-A".

No confundir con el "BA" de las normas DIN.

**E. A269TP304 H-B/A.** H-B/A, es la abreviatura para "Hydrogen Bright Annealed" y se refiere a tubería con tratamiento térmico de recocido brillante que, gracias a haberse realizado en una atmósfera de Hidrógeno, en su superficie no se forman escoria ni coloraciones. Este tratamiento hace innecesario el proceso de "Decapado", concebido para eliminar dichas afectaciones de la superficie. El acabado resultante esta cerca del, pero no puede considerarse, sanitario.

**F. Tuberías tipo "Europeo".** Olvidando la apariencia exterior, básicamente establecida con fines estéticos, el interior de tubo es por muchos aceptado como "sanitario" si conserva el acabado original 2B del fleje y si la soldadura, a ras, se confunde suavemente con el metal base.

Dentro de este rubro, hay dos opciones en el mercado: DIN y W/A, que a continuación se resumen.

**F.1 Tubería DIN.** La norma alemana DIN 11850 define diámetros y espesores como los de la Tabla VI. Las opciones más populares para acabado interior y tratamiento térmico se muestran en la tabla VII.

La composición química está dada por las normas 1.4301, similar a la del AISI-304 y la 1.4404, similar a la del AISI 316L. Existen, tanto en DIN como en AISI, gran variedad de composiciones químicas dentro de los aceros inoxidable austeníticos, pero no están dentro del alcance de este MANUAL.

<b>TABLA</b>		<b>VI</b>
<b>Tubería</b>		<b>DIN</b>
<b>Dimensiones</b>		
<b>Diámetro Nominal</b>	<b>Diámetro Exterior</b>	<b>Espesor</b>

DN	(mm)	(mm)
10	12	1.0
15	18	1.0
20	22	1.0
25	28	1.0
(25)	28	1.5
32	34	1.0
(32)	34	1.5
40	40	1.0
(40)	40	1.5
50	52	1.0
(50)	52	1.15
65	70	2.0
(80)	84	2.0
80	85	2.0
(90)	93	2.0
100	104	2.0
(100)	106	2.8
125	129	2.0
150	154	2.0

TABLA		VII
Algunos	Ejemplos	de
De	la	DIN
Símbolo	Tratamiento Térmico	Acabado
BA	Recocido	Interior y exterior: Decapados o recocido brillante
CA	No	Interior y exterior: Decapado.
BB	Recocido	Interior: Decapado o recocido brillante Exterior: Pulido 320 grit.
CB	No	Interior: decapado Exterior: pulido 320 grit
BD	Recocido	Interior: 0.8 $\mu\text{m}$ en el metal base y 1.6 $\mu\text{m}$ en la soldadura. Exterior:

		Pulido 320 grit.
--	--	------------------

**F.2 Tubería A269TP304 W/A.** Es la designación de tubería concebida originalmente para vinícolas ("Winery Application"). Lleva tratamiento térmico de recocido y pulido exterior sólo a nivel "cosmético". No se precisa el Factor de Rugosidad del interior. Las dimensiones se basan en el sistema inglés, como las de la Tabla II.

**Tubería A778.** Esta norma ASTM presenta un tubo que simplemente se forma, suelda y si acaso se decapa. No lleva tratamiento térmico alguno. Las pruebas mecánicas de esta norma indican que cada lote debe sujetarse a una prueba de tracción y dos pruebas de doblado guiado transversal. Las soldaduras no son necesariamente a ras, ya que existe una tolerancia de 1/16" para refuerzos interiores y exteriores.

**Tubería Decapada.** Es una designación, incompleta, que pretende incluir tubo sin pulir, con acabado grisáceo. El decapado es un proceso empleado para eliminar la escoria e impurezas provenientes de la soldadura y/o de un tratamiento térmico oxidante. Sin embargo, el decapado pierde su razón de ser si el tratamiento térmico se realiza en una atmósfera controlada, o bien si se eliminan escorias y contaminantes mediante el uso de abrasivos. Un tubo H-B/A o B/A, tratado térmicamente en atmósfera controlada o con pulido mecánico, funcionalmente puede sustituir con ventaja a un tubo decapado.